

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

A decorative border composed of various cacti and flowers, including pink and white daisy-like flowers, yellow flowers, and green cacti with spines, framing the central text.

В. Н. Гапон, С. Г. Батов

Секреты выращивания кактусов



*Практические советы
по выращиванию, уходу и защите
от вредителей и болезней*

С. Г. Батов, В. Н. Гапон

Секреты выращивания кактусов



АСТ
Астрель
Москва
2001

Предисловие

В последнее время как в зарубежной, так и в отечественной печати выходит в свет большое количество периодической и фундаментальной литературы о кактусах. Любовь к этим колючим созданиям вспыхивает внезапно и, казалось бы, ничем не объяснима — ну что хорошего в «колючих уродцах»?! Однако число любителей кактусов постоянно и неуклонно растет, охватывая все новые круги населения в разных странах. Как правило, это люди без специального образования и, приступая к выращиванию этих своеобразных растений, встречают массу трудностей...

Подавляющее большинство книг о кактусах на русском языке представляют собой своеобразные цветные или черно-белые каталоги видового ассортимента, иллюстрированные в той или иной степени фотографиями или рисунками упоминаемых растений. Причем описа-

ния таксонов иногда просто списаны из фундаментальных книг по систематике кактусов Бриттона и Роуза, Баккеберга, Хаге, Крайнда и др. О культивировании же представителей семейства *Cactaceae*, — о посадке, прививке, размножении и факторах, определяющих их содержание, написано крайне мало. Между тем принципы выращивания кактусовых на наших подоконниках совсем иные, чем у других привычных нам растений комнатной флоры, что зачастую не позволяет «зеленым ежикам» раскрыться во всем блеске. Данная книга закрывает эту брешь. Приведенные в ней рекомендации опираются не только на многолетний опыт авторов, но и на опыт многочисленных зарубежных коллег.

Большинство фотографий выполнено авторами и профессиональным фотографом Александром Карташевым. Незначительная часть иллю-

стративного материала заимствована из фундаментальных зарубежных изданий по морфологии кактусов со ссылками на первоисточник и использование данных из сети Интернет без нарушения авторских прав их владельцев.

Авторы также выражают благодарность за предоставленные иллюстрации Б. Протопопову, А. Михальцову, Н. Федюкину, В. Порывкину, Е. Симоновой, С. Калмыкову, В. Панкину, С. Рыжову, С. Колмогорову, А. Шергину, Д. Рogaцкину, А. Иванову, С. Левченко, Г. Алексееву, С. Рыжову, В. Самохвалову, А. и С. Червинко, О. Толкачеву (Украина), К. Краевскому (Молдова), H. Koichiro, K. Hiromi, H. Ohichi (Япония), A. Laras (Греция), M. Fontana (Бразилия), R. Bunch, Y. Pickering (США), G. Neuhuber (Австралия), R. Welens (Нидерланды) V. Krutsch (Германия).

Вегетативные органы кактусов, их функции, строение и разнообразие

Кактусы — одно из удивительнейших созданий природы. Первые европейцы, ступив на берег Нового Света, были настолько поражены этими растениями, что наряду с другими редкостями отравили их в Европу.

В кактусах поражает все: их выносливость и приспособленность к аридным (засушливым)



Схема строения двудольного мезофитного (слева) и ксерофитного растения (по S. Brehme)

условиям, разнообразие строения и окраски цветков, но главное — богатый

калейдоскоп форм стебля, чаще всего несущего колючки и опушение.

Исторически кактусы произошли от мезофитных двудольных растений, которые имели облиственные побеги. Постепенно, под воздействием ухудшающихся природных условий, предки кактусов видоизменялись. Листовая пластинка утолщалась, становилась мясистее, покрывалась восковидным налетом. Для снижения испарения воды с поверхности листа устьичные ще-

ли уменьшались в размерах, однако, хотя их общее количество увеличилось, чтобы паренхимная ткань интенсивнее вентилировалась, открываются они только при значительном снижении температуры, т. е. в темное время суток. Роль фотосинтезирующего органа частично взял на себя стебель, который остается зеленым и сочным длительное время.

Кактусы родов *Pereskia*, *Pereskopsis* и *Rhodocactus* и теперь имеют листья. Если у древесных растений *Pereskia* sp.sp. листья плоские кожистые, то у *Pereskio-*

sis sp.sp. листовая пластинка толще и мясистее, хотя и меньшего размера. При ухудшающихся со временем внешних условиях листья с их большой площадью поверхности

оказались непригодными для удержания влаги, так как, опадая или отмирая, лист, являющийся временным органом, уносит значительную часть обводненных тканей растения.

Поэтому листовая пластинка постепенно редуцировалась и функцию усвоения солнечной энергии все более брал на себя стебель. К тому же под воздействием сильных пылевых и песчаных бурь лист подвергался механическим воздействиям, что стало еще одной причиной его уменьшения.

У современных опунциевых кактусов (не считая упомянутого рода *Pereskopsis*) маленькие толстые заостренные листочки появляются на молодых побегах и через некоторое время опадают. Стебли растений этого подсемейства приобрели сегментное строение. Побеги-членики по форме стали напоминать листья, лепешки, шарики, цилиндры.

Традиционно являясь одним из мест депонирования питательных веществ и воды, стебель стал сочным и зеленым, лист редуцировался окончательно и только черешок, сросшийся с тканями стебля, образует бугорок — **подарий**. Зеленые ткани стебля взяли на себя фотосинтезирующую функцию.

Максимально приспособились к аридным условиям цереусовые кактусы, их стебель покрылся толстой кутикулой. У одних

видов он состоит из члеников (как и у многих опунциевых кактусов), у других на одиночном стебле образовались ребра, бугорки и т. п., у третьих стебель имеет как сегментное строение, так и разнообразные выросты, четвертые формируют дернины, пятые прячутся в грунте и т. д. Все это снижает степень солнечного облучения, так как большая часть стебля кактуса затенена соседними ребрами или члениками. Таким образом ткани стебля излишне не перегреваются и уменьшается испарение влаги с его поверхности, снижается отношение суммарной пло-

щади поверхности стебля к его объему. Колючки, опушение, разнообразный крап служат той же цели.

При всем разнообразии форм в морфологии кактусов имеется много общего, как между собой, так и с другими растениями.

Целесообразно остановиться подробнее на строении различных частей кактуса, разобрать их функциональные особенности, черты сходства и различия. Это послужит ступенькой к пониманию физиологии роста и развития этих высокоспециализированных растений.

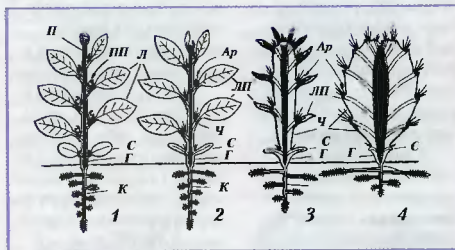


Схема строения и эволюция органов мезофитного (1) растения и растений семейства Кактусовых родов перескиевых (2), опунциевых (3) и цереусовых (4):

П — побег;

ПП — зачаточная почка (у кактусов — ареола Ар);

Л — лист, состоит из листовой пластинки ЛП, у цереусовых кактусов редуцированной до крошечной «площадки», и черешка Ч (из его тканей формируются ребра);

С — семязножка;

Г — гипокотиль;

К — корень (по W. Rauh)

Кактусы относятся к высшим растениям, имеют вегетативные (корень, стебель, лист) и генеративные (цветок) органы.

Для вегетативных органов характерна полярность. Каждый орган имеет два полюса: верхний, или верхушечный, — **терминальный** и нижний, или основной, — **базальный**. Основы вегетативных органов заложены уже в зародыше семени. С наступлением благоприятной температуры и влажности семена всасывают воду и при достаточном доступе воздуха начинают прорастать. Вначале из семени выходит зародышевый корешок, затем начинается формироваться стебель. Место соединения корня со стеблем называется **корневой шейкой**.

У проростков кактусов вначале развивается зародышевый стебель — **гипокотиль** с парой крошечных выростов зародышевых листочков — семядолей. Впоследствии гипокотиль и семядоли срастаются с корневой шейкой и морфологически обнаруживаются только на срезах.

Рост осевых органов корня и стебля в длину осуществляется за счет

быстро растущих клеток первичной меристемы, расположенной в верхушках этих органов, а в ширину — за счет клеток вторичной меристемы — **камбия**.

Корень

В типичных случаях корень является осевым подземным органом, который никогда не образует листья и не несет наружных почек. Этим он отличается от корневища — подземного стебля.

Корень выполняет следующие важнейшие физиологические и механические функции.

1. Поглощение воды, минеральных и, отчасти, органических веществ из почвы и передача их в надземные части растения.

Кактусы, растущие в аридных условиях, добывают воду, либо развивая длинные стержневые, уходящие глубоко под землю корни, либо формируя поверхностную сеть корней, расположенных всего в нескольких сантиметрах под поверхностью почвы. Такая корневая система может простираться на десятки метров в диаметре. Когда жаркий день сменяется ночью и на поверхность почвы выпадает роса, из грубых «арматурных» корней проклеива-

ются и быстро вырастают нежные корешки, обладающие огромной всасывающей активностью. С увеличением дневной температуры и прогревом почвы они отмирают. Такое потребление конденсированной влаги довольно характерно не только для кактусов, но и для других ксерофитных растений. Часто кактусы имеют смешанный тип корневой системы.

2. Закрепление в субстрате.

Растения, имеющие сильно разросшиеся (вертикально или горизонтально) корни, невозможно опрокинуть. Имея надежную опору, некоторые виды кактусов вырастают вверх на много метров (*Carnegiea gigantea* достигает 18 м в высоту).

3. Синтез некоторых органических соединений (например, гормонов роста) и накопление запасных питательных веществ.

4. Связь растения с микроорганизмами и грибами, активно участвующими в процессе поглощения и превращения веществ. Это так называемый **симбиоз**, без которого высшие растения не могут потреблять и усваивать большинство органических соединений.

В кактусоводческой литературе можно встре-

тить описание опыта по определению выживаемости молодых экземпляров *Astrophytum* sp.sp. при их длительном содержании в стерильной среде, полностью лишенной питательных веществ. При этом продолжительность жизни семянцев приближа-

тельную систему. Травмирование верхушки корня стимулирует его ветвление, развиваются сильные боковые корни.

Корневые системы растений очень разнообразны, различаются по способу ветвления и форме, происхождению и эколо-

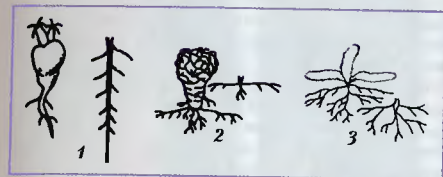
Вегетативные органы

поглощения влаги из воздуха. Часто молодые побеги-детки имеют придаточные корни или их зачатки. От главного и придаточных корней отходят боковые корни.

Многообразна форма корней: шнуровидные, бичевидные, конусовидные, веретеновидные, реновидные, клубневидные и т. д. По отношению к субстрату различают подземные и воздушные корни.

У отдельных видов кактусов выделяют также особую группу сокращающихся, или конгратильных корней, которые при неблагоприятных условиях втягивают корневую шейку и даже стебель в почву, предохраняя их от перегрева (например, *Ariocarpus* sp.sp.).

Корни некоторых кактусов из родов *Myrtillocactus*, *Trichocereus*, *Notocac-*

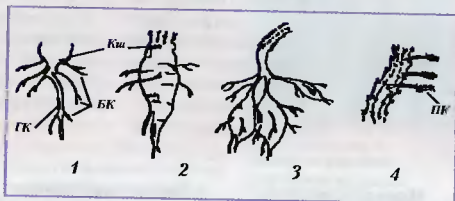


Вертикальный (1), горизонтальный (2) и смешанный (3) типы корневой системы (по S. Brehme)

лась к двум годам. Если же в находящийся в замкнутом сосуде субстрат периодически добавлять (например, с помощью пипетки) низкомолекулярные органические вещества, ростовые процессы будут проходить вполне нормально. Именно поэтому при гидропонной культуре кактусов в питательный раствор добавляют такие низкомолекулярные соединения, как глюкозу, инозит, витамины, гормоны и т. п.

Одним из общих биологических свойств корней является ветвление, значительно увеличивающее общую поверхность корней и образующее кор-

гическим типам. В зависимости от происхождения выделяют главный, придаточные и боковые корни. Придаточные корни способны отрастать от любых вегетативных частей растения. Иногда они выполняют функцию прикрепления стебля к опоре или



Типы корней: 1 - проводящий; 2, 3 - запасающие (реновидный и клубневидный); 4 - воздушные корни (Кш - корневая шейка, ГК - главный корень, БК - боковые корни, ПК - придаточные корни)

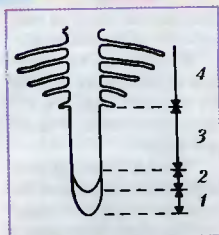


Схема строения корня:

- 1 – концевой чехлик;
- 2 – зона роста и растяжения;
- 3 – всасывающая зона корневых волосков;
- 4 – начало зоны ветвления

tus, *Gymnocalycium* имеют внутренние придаточные почки, из которых могут развиваться надземные

побеги — **корневые отпрыски**.

В целом корень имеет довольно универсальное строение. Это хорошо видно на продольном разрезе.

Обычно различают три зоны и **концевой чехлик**, который покрывает наиболее молодые и делящиеся клетки первичной меристемы, расположенные на кончике корня. Эти молодые более или менее однородные клетки формируют **конус нарастания**, состоящий из клеток зоны роста и растяжения. Благодаря конусу нарастания нежные сосущие корешки кактусов могут вырасти до 6–8 см за ночь. В этих корешках ко-

нус нарастания составляет 1–1,5 мм, а остальное пространство занимают клетки зоны всасывания. В отличие от мезофитных растений, где протяженность зоны всасывания составляет 1,5–2 мм, у кактусов она гораздо длиннее: до 1–5 см и более. Поверхностные клетки этой зоны образуют особые выросты — **корневые волоски**. Корневые волоски поглощают из почвы растворы минеральных солей и своими выделениями растворяют некоторые химические соединения, например, фосфорнокислые. Благоприятное влияние на деятельность корневых волосков оказывает почвенный воздух.

На этом стоит остановиться подробнее, так как начинающие кактусоводы считают, что чем мельче частицы субстрата, тем лучше. Однако это не всегда правильный подход. У некоторых суккулентных растений, например *Lithops* sp. sp., корневые волоски настолько редуцированы, что вода всасывается непосредственно клетками зоны всасывания. Естественно, что в таком случае желательно наиболее плотное облежание корня частичками почвы. Для растений, не развивающих большую зону всасывания на корне (а та-

кие виды встречаются во многих родах семейства кактусовых), следует составлять более тяжелый субстрат, включающий глину. Виды же кактусов, интенсивно развивающие корневые волоски, в таком субстрате, да еще при обильном поливе, будут терять корни, останавливаясь в росте и в конечном счете погибать. Для таких растений необходим легкий субстрат с большим содержанием песка и гравия. Так же следует культивировать кактусы с реповидными, клубневидными и утолщенными корнями.

Непосредственно за зоной всасывания расположена **зона ветвления**, покрытая концевой корой.

Внутреннее строение корня отличается от строения других органов, что хорошо просматрива-

ется на поперечном разрезе. Главное отличие в том, что корень не имеет сердцевины, а клетки



Форма корня:

1 – *Pelecypora aselliformis*;

2 – *Pterocactus kuntzei*;

3 – *Pterocactus meglolii*;

4 – *Echinopsis* sp.

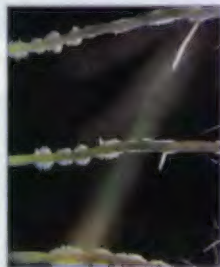
(придаточные корни на боковых побегах)



ксилемы (древесины) и **флоэмы** (луба) расположены радиально. Между флоэмой и ксилемой лежат сегменты меристематической ткани — **камбия**. Однако в реповидных корнях, например, у растений родов *Roseocactus*, *Lophophora*, *Coryphantha* и им подобных, клетки камбия почти соединены в два полукольца. Все это следует учитывать при прививке кактусов, так как четырехсегментную корневую часть практически невозможно привить.

Процесс поглощения корнями минеральных солей и органических веществ из почвы сводится к обменным реакциям между клетками корня (корневыми волосками) и почвенным поглощающим комплексом, представленным коллоидным раствором органических и минеральных веществ.

Обменные реакции значительно облегчаются тем, что корневые волоски обычно тесно слипаются с частичками почвы. Углекислый газ, органические кислоты и некоторые фер-



Придаточные корни *Selenicereus pteranthus* с корневыми волосками

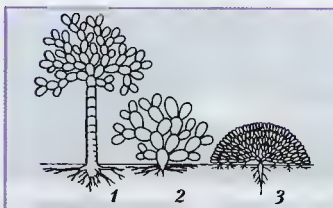
менты, выделяемые клетками корня, играют большую роль в поглощении

труднорастворимых почвенных соединений. Постоянно выделяя в почву различные органические вещества, корни как бы притягивают к себе бактерии, которые обильно скапливаются вокруг них (с другой стороны, при загущенной посадке семян эти же вещества оказывают тормозящее действие). Микроорганизмы способствуют переводу минеральных и органических соединений в доступную для растений форму.

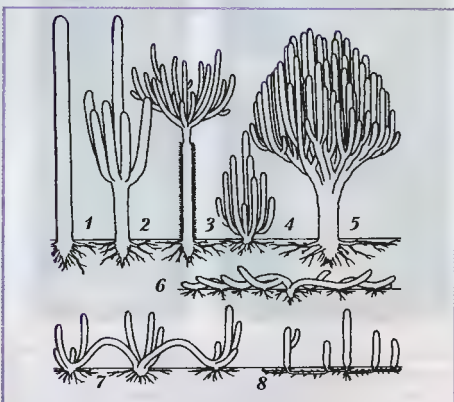
Большое влияние на усвоение почвенных веществ корнями и деятельность микроорганизмов оказывает кислотность субстрата.

Стебель

Популярность кактусов базируется, прежде всего, на необычности формы их стебля. Их внешний облик — **габитус** у различных видов настолько своеобразен, что кактусы почти невозможно спутать с растениями, принадлежащими к другим семействам. Семейство *Cactaceae* объединяет около 5000 видов и разновидностей, отличающихся, прежде всего, размером и формой стебля.

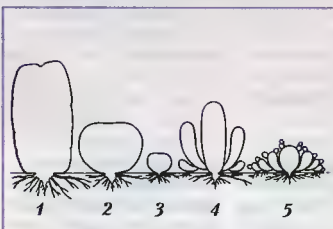


Форма стебля опуниевых кактусов:
1 — древовидная;
2 — кустовидная;
3 — подушковидная
(по W. Rauh)

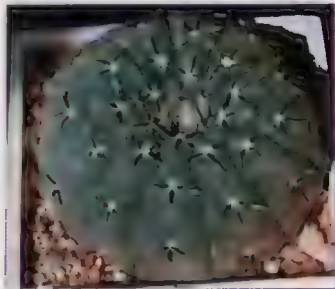


Форма стебля цереусовых кактусов:

1 колонновидная; 2, 3 канделябровидная; 4 кустовидная; 5 — древовидная; 6 со «странствующими» побегами (при этом маточное растение может отмирать); 7 с ползучими побегами; 8 — с подземными корневыми отпрысками (по W. Rauh)



Форма стебля некоторых цереусовых кактусов:
1 — короткоколонновидная; 2, 3 шаровидная; 4 — кустовидная; 5 — подушковидная
(по W. Rauh)



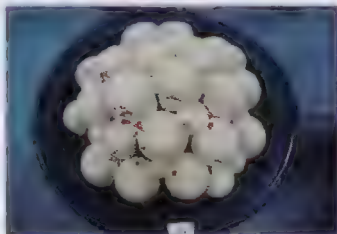
Одиночный плоский шаровидный стебель
Synposycium platygonum



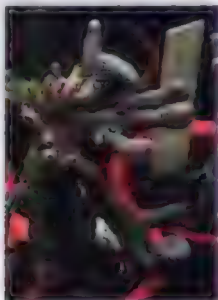
Древовидная
форма стебля
опунции,
(коллекция
БИН)



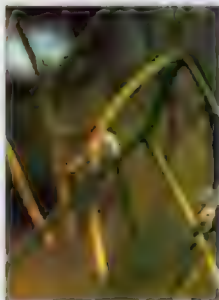
Канделябро-
видная форма
стебля
*Pilosocereus
cattingicola*



Дернина *Mammillaria herrerae*



Причудливой
формы
стебель
*Austrocylindro-
puntia clavari-
oides*
(коллекция
БИН)



Ампельные
стебли
*Rhipsalis vir-
gata*

Высота стебля у взрослых кактусов варьирует в огромных пределах: от 1 см (*Blossfeldia* sp.sp.) до 15–18 м (*Carnegiea gigantea*); диаметр — от 0,5 см до 1,5 м и даже более (*Echinocactus* sp.sp.).

На фотографиях или в фильмах мы привыкли видеть «типичный» американский ландшафт с выделяющимися на фоне неба колоннами цереусовых кактусов или причудливыми нагромождениями лепешек опунций. Однако это далеко не полный калейдоскоп форм стебля.

Кактусы могут выглядеть и как пищичные облиственные деревья и кустарники, и как свособразные древесные растения и дернины, у которых каждый «лист» представляет собой

побег-членик. Встречаются стебли, напоминающие не только колонны, но и канделябры, лианы, цилиндры, шары, «подушки», покрытые разнообразными по форме и окраске колючками, пухом, волосками. Есть представители с ползучими и прямостоячими стеблями. Некоторые виды имеют лазающие стебли с цепляющимися за опору воздушными корнями. А у эпифитных кактусов стебли свисают вниз, как плети.

Морфологически стебель — это осевой орган неограниченного роста, нарастающий верхушкой. Стебель совместно с листьями и почками называется **побег**.

Стебли делятся на **основные**, или **центральные**, и **боковые**, вырастающие из почек скрытых в пазухах листьев. У кактусов пазушные (боковые)

почки представлены **ареолами**. Из ареол, как и из пазушных почек, могут вырастать боковые побеги, которые у кактусов традиционно называются **детками**, или **члениками**. Отсюда процесс образования боковых побегов нередко именуют деткованием, а растения, образующие детки, — **маточниками**. Естественно, это не ботанические, но часто употребляемые термины.

Изначально многие виды имеют одиночные стебли, но с возрастом на стебле часто вырастают боковые побеги. Передки кочко- или дерниноподобные формы, образованные множеством небольших боковых побегов.

Апикальная точка роста стебля иногда делится на две и более частей и, таким образом, стебель начинает ветвиться от самой верхушки. У отдельных



Облиственные побеги:

1 — *Pereskia grandifolia*; 2 — *Pereskopsis velutina*; 3 — *Austrocylindropuntia cylindrica*; 4 — *Opuntia bergeriana*

видов подобное деление закреплено в генах и является отличительным признаком. При **дихотомическом** делении стебля апекс делится пополам, затем каждая часть — еще

пополам и т. д. В результате формируется держина, образованная не боковыми побегами, а частями стебля.

Стебель у кактусов многолетний, и только у

некоторых опунциевых (*Opuntia chaffeyi*) он отмирает при неблагоприятных условиях.

растения и, во-вторых, как место накопления питательных веществ и, главным образом, воды. Ее количество в стебле кактуса достигает 96% и даже в засушливые периоды не опускается ниже 60–70%. Поэтому кактусы являются источником воды для животных аридных зон.

Лишившись листьев, кактусы были вынуждены изменить форму стебля. И если побеги перескиевых кактусов еще похожи на стебли древесного растения, то у опунциевых и цереусовых они во многом отличаются. Стебель стал функционировать, во-первых, как орган органического питания и дыхания

растения и, во-вторых, как место накопления питательных веществ и, главным образом, воды. Ее количество в стебле кактуса достигает 96% и даже в засушливые периоды не опускается ниже 60–70%. Поэтому кактусы являются источником воды для животных аридных зон.



Дихотомическое деление стебля *Mammillaria morganiana*

По строению стебель двудольных древесных растений значительно отличается от стебля двудольных трав. Стебель кактусов занимает как бы промежуточное положение

между ними, сочетая в себе крепость, упругость, жесткость и мягкость, пластичность трав. На его поперечном срезе видно расположенное в центре **камбиальное** кольцо, состоящее из проводящих пучков. У безлистных кактусов диаметр этого кольца во много раз меньше внешнего диаметра стебля. При увеличении четко выделяются три основных слоя камбиального кольца. Средний слой (собственно камбий) состоит из почти одинаковых, постоянно делящихся клеток. Развиваясь, эти клетки формируют ткань ксилемы (ближе к центру) и флоэмы (к периферии). С возрастом клетки ксилемы и флоэмы грубеют, их стенки становятся

прочнее. Поэтому при укоренении или прививке кактусов следует помнить, что успешнее эти операции проходят на срезе с «молодым» камбиальным кольцом, т. е. на неодревесневшей зеленой части стебля.

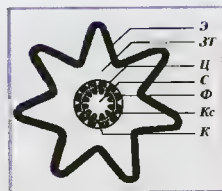


Схема строения стебля кактуса:

Э — эпидермис (кожица);
ЗТ — запасная ткань;
Ц — центральный цилиндр;
Ф — флоэма;
К — камбий;
Кс — ксилема;
С — сердцевина

В стебле происходит постоянное движение веществ: органических преимущественно вниз и минеральных - вверх. Восходящий ток идет по ксилеме, нисходящий - по флоэме.

Древесина кактуса легкая, но прочная, ажурного строения. Она иногда используется для изготовления различных поделок и сувениров, но в целом хозяйственного значения не имеет. Зачастую древесный скелет столбовидного кактуса в виде вертикальных прутьев долго остается напоминая о погибшем растении.

В центре камбияльного кольца расположены клетки сердцевинные, а пространство **эпидермиса** (от камбияльного кольца до внешних покровов) занято запасющей паренхимной тканью, представляющей собой разросшиеся клетки первичной коры - той тоненькой кожицы, которая покрывала зародыш семени. Цитоплазма клеток паренхимной ткани студенистая, в виде густого коллоида, что способствует быстрому всасыванию воды, особенно конденсированной (росы), и удержанию ее в клетке. Густая цитоплазма обеспечивает сильный ток воды и минераль-

ные веществ от корня в стебель.

В клетках паренхимы происходит синтез органических веществ, некоторые из них могут оказывать воздействие на организм человека: широко известно использование кактусов из рода *Lophophora* в лечебных или кульговых целях.

От центрального цилиндра к ареолам отходят немногочисленные **проводящие пучки**. У кактусов они простые, с преобладанием флоэмы, поэтому передвижение питательных веществ и воды происходит чаще путем **осмоса**, т. е. пассивной от клетки к клетке.

Покровные ткани могут иметь у поверхности почвы пробкоподобную структуру, большая же часть стебля покрыта тонкой эластичной «кожицей», способной очень сильно растягиваться. Клетки эпидермиса обычно зеленые, однако у горных растений они чаще бу-

рые, красноватые, фиолетовые или белесые из-за преобладания над зеленым хлорофиллом пигментов каротина, ксантофилла и некоторых других. Малохлорофилльные формы отличаются красной, оранжевой, желтой или лиловой окраской стебля.

По поверхности стебля разбросаны крошечные отверстия - устьица, через которые происходит **транспирация** - газообмен и испарение воды. Количество устьиц на 1 мм² довольно велико (до 800 у некоторых опунциевых), что объясняется необходимостью обеспечения полного газообмена в клетках запасющей ткани. При этом чем толще запасющая ткань, тем больше устьиц, и чем больше устьиц, тем гуще и эластичнее эпидермис.

При увеличении видно, что устьица состоят из двух запирающих клеток с неодинаковой толщиной запирающих и противоположных им клеточных

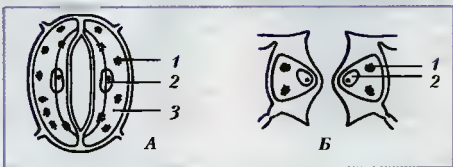
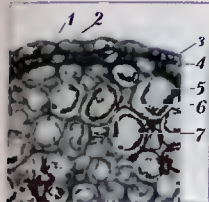


Схема строения устьица (А) и поперечный разрез устьичной щели (Б): 1 - хлоропласты; 2 - ядра запирающих клеток; 3 - запирающие клетки



Участок стебля *Obregonia denegrii* (по E. Anderson): 1 – устьичная щель; 2 – запирающие клетки; 3 – кутикула; 4 – эпидермис; 5 – хлорофиллосодержащие клетки; 6 – кристаллы оксалата кальция; 7 – паренхимные водозапасающие клетки

стенок. Когда в этих клетках повышется количество жидкости, т. е. они набухают, щель между ними увеличивается. При оттоке воды запирающие поверхности клетки сближаются и щель закрывается. К устьицам примыкают побочные (сателлитные) клетки, участвующие в

изменении осмотического давления, регулирующего изменение формы и движение замыкающих клеток.

На поверхности эпидермиса имеются специальные клетки, выделяющие воск. Слой воска на стебле называется **кутикулой**. Кутикула защищает более нежные клетки от перегрева и потери влаги. Кактусы аридных зон для защиты от механических повреждений и чрезмерного испарения влаги могут быть также покрыты опушением или крапом (кактусы из рода *Astrophytum*). Иногда эпидермис покрыт частыми мелкими порами (роды *Neogomesia*, *Uebelmannia*, некоторые виды рода *Gymnocalycium* и др.). Интересно, что эти поры являются следами специализированных отмерших кле-

ток, в цитоплазме которых образуются кристаллы органических кислот или их солей (чаще оксалата кальция). Подобные кристаллы гигроскопичны, способны абсорбировать воду даже при минимальной влажности воздуха.



Черенок
Mammillaria chrysocardium внешне напоминает облиственный побег

Если у пересkieвых и опунциевых кактусов поверхность стебля гладкая или с незначительными бугорками, с ареолами, то у подавляющего большинства цереусовых кактусов происходят удивительные метаморфозы формы запасающей ткани. На стебле формируются ребра, бороздки, бугорки или сосочки. У кактусов, вернувшихся в более влажную среду обитания, стебель приобрел форму листовидной пластинки, порой до такой степени рассеченной, что создается впечатление реального листовидного побега.

Ребра формируются как клетками паренхимы, так и разросшейся тканью.

аналогичной ткани листового черешка в месте его прикрепления к стеблю (листовое подножие). У некоторых видов листовое подножие образует небольшой, но хорошо различимый пирамидальный подарий.

Наивысшая степень рассеченности стебля выражена у кактусов, имеющих сосочки. Самый большой по численности род – *Mammillaria* объединяет кактусы, стебель которых несет сосочки. Сосочки могут напоминать небольшие широкие бугорки или достигать длины 10 (*Dolichothele longimamma*) и даже 50 см (*Leuchtenbergia principis*).



Волнисто изогнутые многочисленные ребра эхинофоссулокактусов (до 100 у *Echinofossulocactus multicostatus*)

За счет ребер и морфологически подобных им образований у кактусов увеличивается площадь поверхности стебля без изменения его объема. Благодаря такому строению наружные покровы стебля не испытывают большого напряжения при набухании или ссыхании внутренних тканей растения. С другой стороны, в условиях интенсивного солнеч-

ного освещения ребристый стебель прогревается неравномерно, происходит отток тепла и снижается потеря влаги из-за перегрева стебля. При неблагоприятных условиях стебель некоторых видов кактусов может значительно уменьшиться в объеме. Кактусы из рода *Ariocarpus* (в настоящее время в этот род включены также *Roseocactus*, *Neogomesia*) имеют систему полостей и каналов, заполненных сли-



У многих гимнокалициумов ребра разделены на бугорки с хорошо различимым подарием

зью. При снижении влажности и высыхании слизи растения почти полностью «уходят» в землю.

Количество ребер у кактусов варьирует от двух до нескольких десятков (*Echinofossulocactus multicostatus* имеет до 100–110 ребер). По форме различают низкие или высокие, узкие или широкие, прямые или волнистые ребра. Верхний край может быть острым или тупым, разделенным на бугорки, выступы, «листочки». На стебле ребра располагаются прямо или наискось. То же можно сказать и о форме бугорков или сосочков.

Частую из-за нехватки места в частных коллекциях содержат сравнительно небольшие кактусы, в основном с одиночным или незначительно ветвящимся стеблем. В оранжереях размер растений не является лимитирующим фактором, поэтому здесь можно встретить крупные виды, стебли которых могут состоять из сегментов-членников, иметь кустовидный или древовидный габитус, образовывать дернины и т. п.

У перескиевых и опунциевых кактусов в пазухах листьев, а у цереусовых на ребрах или сосочках расположены почки ареолы, несущие опушение и колючки. По наличию ареол кактусы можно отличить от других, похожих на них, растений. Ареолы формируются в конусе нараста-

ния последовательно, поэтому на стебле они расположены спирально. Форма и размер ареол у различных видов, да и у одноименных разновозрастных экземпляров сильно варьирует. Даже на одном растении размер и форма ареол не одинаковы. Молодые макушечные ареолы неред-

ко имеют густое опушение, которое полностью закрывает верхушку стебля.

Ареолы в основе своей имеют меристематические клетки, из которых развиваются побеги, колючки, цветки. Мери-

стема ареол не является преемницей аналогичной ткани зародыша (как клетки первичной меристемы, сосредоточенные в апексе корня и стебля), она, как и камбий, относится ко вторичной меристеме.

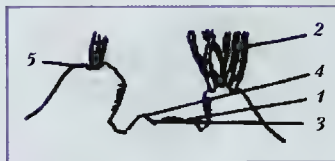
При наличии сосочков меристематическая ткань ареолы зачастую делится таким образом, что одна ее часть - собственно ареола - «передвигается» на вершину сосочка, а другая - **аксилла**, дающая начало боковым побегам и бугонам, - остается в углублении между сосочками. У некоторых кактусов (роды *Coryphantha*, *Roseocactus*) вторичная меристема сосредоточена в бороздке, которая тянется по верхнему краю сосочка от вершины к пазухе. В этой бороздке расположена несколько смещенная к вершине сосочка вегетативная точка, из которой появляется цветок или побег.

В зависимости от вида кактуса растущий стебель принимает свойственную ему форму. При колонновидном габитусе боковые ареолы как бы остаются на своих местах, в то время как при шаровидной форме стебля в процессе роста ареолы все дальше отходят от апекса, при-

ближаясь к почве. Кожина у основания грубеет и сжимается, происходит своеобразное «движение» эпидермиса.

Клетки апикальной меристематической ткани

выделяют гормоны (группы ауксинов), подавляющие рост и развитие боковых ареол. Этот эффект называется **апикальным доминированием**. Его степень различна и фено-



Продольный разрез апекса маммиллярии:
1 - ареол;
2 - волоски;
3 - зачаток ареолы;
4 - зачаток колючки;
5 - сосочек (по Hebel)

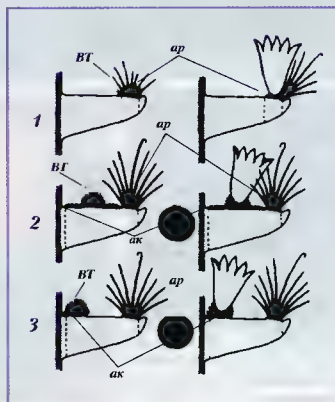
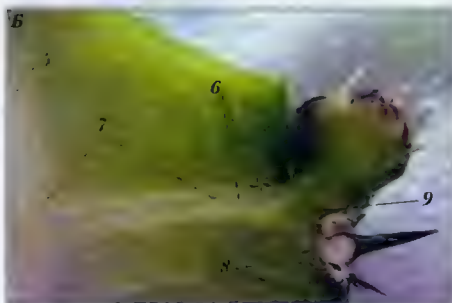


Схема расположения вегетативной точки (VT) на сосочке кактуса:
1 - вегетативная точка расположена в ареоле (ар);
2 - вегетативная точка расположена в бороздке, соединяющей ареолу и аксиллу (ак);
3 - вегетативная точка находится в аксилле или в субаксиллярном пространстве (по W. Raush)



Участок стебля *Eriocereus jusburtii* (А) и его продольный срез (Б): 1 – ареола; 2 – боковой побег; 3 – центральная колючка; 4 – радиальная колючка; 5 – центральный цилиндр; 6 – боковой проводящий пучок; 7 – камбий; 8 – мелкие проводящие пучки; 9 – клетки вторичной меристемы

типически проявляется в интенсивности образования боковых побегов. Удалив первичную меристему стебля, можно стимулировать образование боковых побегов даже у недеткующих видов. На этом основана культура маточников.

Иногда на стебле боковые побеги не образу-

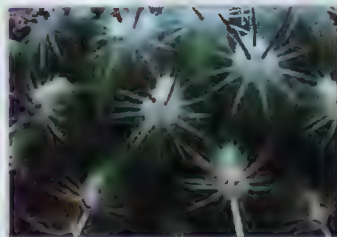
ются, апикальная меристема не травмируется, но, пока по неизвестным причинам, происходит нарушение в развитии «ареольной» меристемы, в результате получают причудливые, уродливые формы стеблей, а такое явление называется **монстрозностью**. Другая форма диморфизма стебля, гребенчатость или **кристатность** (лат.

ареолы «отходят» от видоизмененного апекса и с возрастом, ввиду неравномерности роста стебля или благодаря вмешательству человека, криста принимает волнообразную форму. Признаки «кристатности и монстрозности», естественно, имеют генетическую основу и являются рецессивными (подавляющимися другими признаками), и проявляются далеко не у всех потомков.

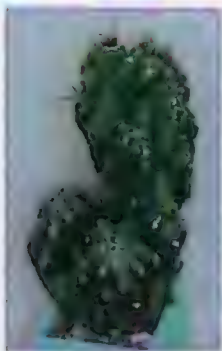
У некоторых видов кактусов при достижении определенного возраста, характеризующего способность растения к генеративному размножению, на верхушке стебля развивается **цефалий**. Различают боковой, кольцевой и макушечный цефалий.

При боковом цефалии в апикальной точке роста формируются как типичные, так и редуцированные ребра со «слизими» ареолами, занимающими только сегмент апекса. Постепенно в процессе роста ареолы «спускаются» с одной стороны стебля, образуя боковой цефалий (род *Espostoa*). Таким образом, цефалий занимает макушечно-боковое положение. В результате стресса или по каким-либо другим до конца не изученным причинам образование цефалийных ареол в апексе может прекратиться. В

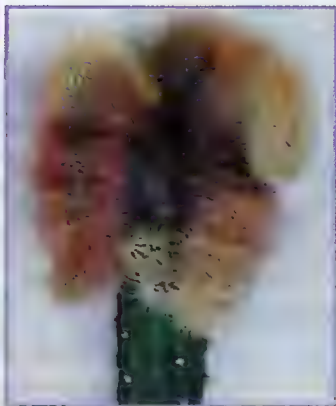
crista — гребень). Происходит нечто похожее на дихотомическое деление апекса, однако в данном случае апикальная меристема не делится на две части, а вытягивается, и новые ареолы появляются по всей длине гребня. В результате стебель растет не столько вверх, сколько латерально. Постепенно



Форма сосочков: 1 – *Roseocactus lloydii*; 2 *Mammillaria luethyi*; 3 – *Coryphantha bumamma*; 4 - *Dolichothele longimamma*; 5 *Leuchtenbergia principis*; 6 – *Thelocactus conothele*



Монстрозная форма *Cereus peruvianus*



Кристалтная форма
Naageocereus chrysacanthus



Монстрозная форма
Trichocereus bridgesii

апексе восстанавливается образование нормальных ребер, а цефалий со временем занимает действительно боковое (латеральное) положение.

При макушечном цефалии меристема апекса формирует цилиндрический стебель, сплошь покрытый плотно сидящими видоизмененными

ареолами. Опушение таких ареол также отличается от типичного и длинной волосков, и их окраской. Цефалийный стебель растет — растет и цефалий. Интересно, что верхушечная меристема формирует и обыкновенные ареолы, и ребра. Таким образом, наблюдается полная аналогия с бо-

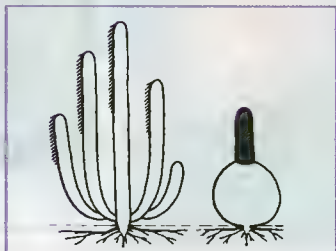


Схема
расположения
макушечного
и бокового
цефалия
(по W. Rauh)

ковым цефализмом, когда на растении одновременно образуются типичные и цефалийные ареолы. Как и любой стебель, цефалийный может делиться на две, реже более частей

с образованием разветвленного цефалия.

Кольцевой цефалий может быть двух типов: при первом происходит смыкание бокового цефалия; при втором происхо-

дит возврат стебля к типичной форме (некоторые виды родов *Haageocereus*, *Coleocephalocereus*).

У отдельных родов кактусов (*Cephalocereus*, *Seticereus*, *Pilosocereus* и подобных им) можно встретить похожие «шерстистые» образования, сложенные из ареолярного или (и) аксиллярного опушения, иногда и из щетиноподобных колючек. Но в отличие от настоящего цефалия в этих случаях не происходит редукции ребер, поэтому их называют

ложным цефалием, или **псевдоцефалием**. Следует отметить, что существуют «переходные формы» от цефалия к псевдоцефалию, характеризующиеся частичной редукцией ребер. Важно также то, что при наличии цефалия цветки появляются именно из него, в то время как растения имеющих псевдоцефалий видов могут образовывать цветки и вне его.

Колючки и опушение

Если спросить: «Что же такое кактус?» — то, очевидно, в любом ответе будет присутствовать слово «колючий».

Колючих растений на Земле много, но, пожалуй, только представители семейства *Cactaceae*, все без исключения (хотя бы в ювенильном возрасте), а их более 5000 видов и разновидностей, имеют колючки.

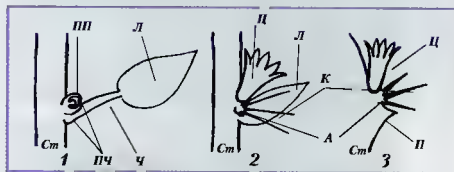
Для чего же кактусам колючки?

Произошла «вооруженных» колючками, шипами» — мы прежде всего отдаем привилегию защитной функции. И действительно, имея сочный, наполненный живитель-

ным соком стебель, кактус представляет лакомый кусочек для животных аридных зон. Защищаясь от «врагов», некоторые виды развили колючки грандиозной величины (роды *Ferocactus*, *Horridocactus*, *Echinocactus* и многие другие).

У опунциевых и персиковых кактусов наряду

с шипами в ареолах имеются многочисленные мелкие и гонкие колючки **глохидии**. При увеличении видно, что глохидия представляет собой «иголку» со множественным зазубренным отростком. Такие иголочки легко обламываются и остаются в коже «любителя кактусов» несколько дней, а то



Эволюция почечных чешуек мезофитного растения (1) в колючки кактусов (2, 3):

Ст — стебель, ПП — пахушная почка = ареола (А), Л — лист, Ч — черешок = подариум (П), Ц — цветок, ПЧ — почечные чешуйки = колючки (К)

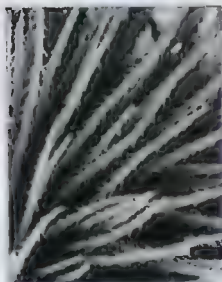
и недель, причиняя ему постоянную боль и раздражение...

Но не все кактусы имеют такое грозное оружие. Колючки многих видов мягкие, тонкие, волосовидные, перьевидные, бумаговидные. Есть виды,

у которых взрослые растения не имеют колючек (*Lophophora* sp.sp., *Aztekium* sp.sp., *Ariocarpus* sp.sp.). Каким же кактусам не нужны мощные колючки? Есть ли какие-нибудь закономерности? Можно ответить: закономерностей нет, но есть тенденции.

«Грозное оружие» не требуется, во-первых, мел-

ким, прячущимся в грунт растениям, либо видам, растущим в труднодоступных местах. Однако существуют кактусы сравнительно крупных размеров, но не имеющие больших, грубых колючек (*Lophophora* sp.sp., некоторые *Astrophytum* sp.sp. и многие другие). У большинства из них выработалось иное за-



Глобулы *Opuntia microdasys* при увеличении в 170, 400 и 800 раз (по W. Rauh)



Продольный разрез стебля *Eriocereus juhbertyi* через ареолу: 1 – молодая ареола; 2 – боковой побег; 3 – верхняя часть ареолы – зона расположения меристематических клеток; 4 – боковой проводящий пучок; 5 – нижняя часть ареолы – зона формирования колючек; 6 – мелкие проводящие пучки, заходящие в колючки; 7 – молодые колючки; 8 – апикальная меристема бокового побега; 9 – опушение ареолы; 10 – зона ареолы



Ювенильные
колючки у се-
янцев

*Lophophora
williamsii* v.
koehresii
(у взрослых
растений ко-
лючки отсут-
ствуют)

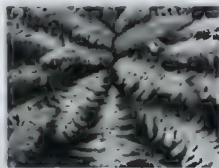
цптное приспособление: их ткани насыщены алкалоидами, в большинстве случаев ядовитыми органическими веществами. Так, одичавшие ослы, без особого труда спускающие мощные колючки с ферокактусов или цереусов и выгрызающие их сочную мякоть, не притронутся к мягкой, не защищенной тофифоре. У диких животных, как правило, вырабатывается «генная память» на ядовитые растения, и мощные колючки, содержащим алкалоиды кактусам становятся не нужны. Например, растущие на плоскогорьях Мексики кактусы из рода *Turbinicarpus* имеют мягкие, порой очень мелкие колючки. Их богатый алкалоидами стебель в природе редко превышает 4,5 см в диаметре и часто почти полностью скрыт в субстрате. Стоит отметить, что содержание алкалоидов в тканях кактусов ни в коей мере не кор-

релирует с размерами их стеблей. Так, алкалоиды обнаружены и у довольно крупных столбовидных видов, например, из рода *Trichocereus*.

Раз мягкие колючки не способны защитить кактусы, то почему же они не исчезли, не редуцировались? Ведь существует множество семейств растений, в которых одни виды или даже роды имеют колючки, а другие нет (например, молочайные, бобовые и др.). Напраши-

вается вывод, что колючки нужны не только для защиты от животных. К тому же у многих видов развито густое ареолярное опушение, а у некоторых — и хлещеноподобный крап на эпидермисе. В условиях пустынь и прерий, когда суточные колебания температуры воздуха достигают нескольких десятков градусов, на любой более холодной, чем воздух, поверхности конденсируются водяные пары — это всем известная роса. Как и сосущими корешками, роса поглощается имеющими проводящую ткань колючками и волосками.

С другой стороны, густая сеть мощных, грубых или проволокоподобных (как, например, у *Ferocac-*



Колючки при увеличении
(по W. Rauh):

- 1 - *Discocactus horstii*,
увеличено в 100 раз;
- 2 - *Epithelantha micromeris* v.
greggii, увеличено в 140 раз;
- 3 - *Mammillaria plumosa*,
увеличено в 200 раз

tus gracilis, *Astrophytum capricorne* и др.) или тонких волосовидных, перьевидных колючек (*Mammillaria plumosa*, *M. bocasana*, *M. hahniana*, *M. pennispinosa*, *Cephalocereus senilis* и многие другие виды) препятствует движению воздуха непосредственно у стебля, создает вокруг него «рубанику» из несколько более влажного воздуха, снижая интенсивность испарения и потери влаги при транспирации. Имея различную форму, густоту и окраску, колючки, наряду с ребрами и сопочками, рассеивают солнечный свет, снижают степень прогрева стебля кактуса.

Довольно часто у кактусов встречаются колючки, загнутые крючком. По аналогии с другими растениями можно сказать, что это приспособление служит для вегетативного размножения и расселе-

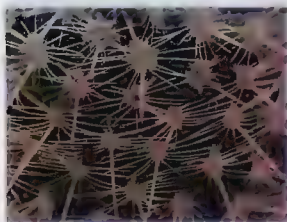
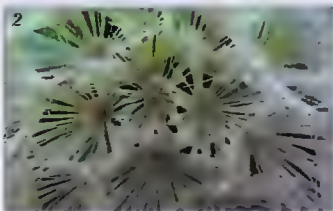
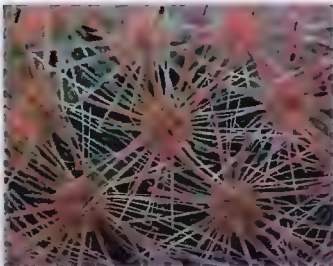
ния кактусов, расширения их ареала. Пробираясь сквозь заросли маммиллярий или лобивий, долихотеле или несолойдий, животные разносят на своей шерсти, конечностях, хвостах молодые побеги-детки этих растений. Имея зачатки корней, такие по-

беги при попадании на почву укореняются и дают жизнь новому растению.

Однако многие любители кактусов замечали, что существует трудно укореняющаяся группа видов с крючковидными колючками: например, кактусы из рода *Parodia*, ряд

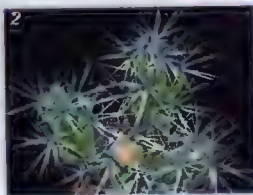
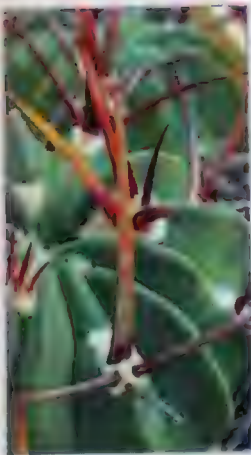
Прямые центральные и радиальные игловидные колючки:

1 – *Mammillaria candida* v. *rosea*;
2 – *Mammillaria carmenae*



Игловидные колючки:

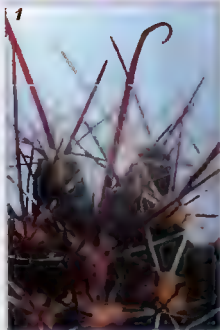
1 – *Mammillaria ritteriana*;
2 – *Mammillaria tolimensis*



Копье- и кинжаловидные колючки:
1 - *Echinofossulocactus coptonogonus*;
2 - *Corynopuntia invicta*; 3 - *Gymnocalycium asterium* v. *paucispinum*



Пектинатные колючки *Pelecyphora aselliformis* (1) и псевдопектинатная форма расположения игловидных колючек у *Turbincarpus* (*Pelecyphora*) *pseudopectinatus* (2) и *Uebelmannia pectinifera* (3)



Крючковидные колючки: 1 *Hamatocactus hamatacanthus*; 2 – *Ancistrocactus megarhizus*

Mammillaria sp.sp. и некоторые другие, что вызывает определенную трудность при вегетативном размножении в культуре. Оказывается, цепляясь за все, за что возможно зацепиться, мелкие экземпляры этих растений вырываются с корнем и таким образом распространяются. Естественно, что при по-

добном расселении большой процент растений погибает, но прижившиеся на новом месте экземпляры дают начало новой популяции. Такую же роль играют аналогичные колючки на плодах некоторых видов.

Есть еще один морфологически-функциональный вид колючек — нектароносные.

Их имеют очень немногие кактусы. Например, *Hamatocactus* sp.sp., *Glandulicactus* sp.sp., *Encephalocarpus strobiliformis* обладают колючками, приспособленными для привлечения насекомых-опылителей, хотя замечено, что и мелкие грызуны не прочь полакомиться сладким нектаром.

Морфологически колючки различных растений имеют не одинаковую структуру, так как произошли от разных вегетативных органов. Например, у барбариса колючки листового происхождения, а у боярышника — стеблевого; у белой акации они образуются из прилистников, а у шиповника представляют собой выросты эпидермиса.

Для того, чтобы лучше понять, каково происхождения колючки у кактусов,

нужно начинать с их предков — типичных двудольных растений. У двудольного растения в пазухе черешка листа расположена почка, защищенная почечными чешуйками. При благоприятных условиях пазушные почки трогаются в рост. Они набухают, и молодой побег, раздвигая почечные чешуйки, устремляется вверх. Почечные чешуйки при этом остаются снизу и с боков побега и со временем опадают.

У кактусов ткани листового черенка преобразованы в подарий, а пазушные почки превратились в ареолы. Ареола, в свою очередь, разделена на две зоны: верхнюю — зону вегетации, из клеток которой образуются цветочный или вегетативный побег; и нижнюю — зону формирования колючек. Если же ареола разделена на ареолу и аксиллу, то на верхние сосочка располагается зона форми-

рования колючек, так как она первая обрывается в апексе, а точка вегетации перемещается ближе к стеблю. Из всего сказанного можно сделать вывод, что колючки кактусов расположены аналогично почечным чешуйкам двудольного растения, а их морфологическое сходство подтверждается при детальном рассмотрении тканей колючек и почечных чешуек.

Как и почечные чешуйки, колючки имеют листовое происхождение; и в одних, и в других на определенных стадиях образуется хлорофилл; и в одних, и в другие заходят проводящие пучки, сходные с таковыми в листьях; кроме того, и одни, и другие могут расти за счет деления клеток ареол или пазушных почек.

Хотя кактусовые в основном — безлистные растения, все же стоит сказать несколько слов и о листе.

Лист кактуса, какой бы формы он ни был, покрыт, как и стебель, кутикулой. На поверхности листа имеются устьица. Большую часть листа занимает запасающая ткань, в которой проходят редкие сосудистые пучки, состоящие из проводящих тканей: флоэмы и, в значительной меньшей степе-

ни, ксилемы. При большой суммарной площади листьев (род *Pereskia*) фотосинтез в основном происходит в них. В основании черешка листа, а у бесчерешковых форм — в основании листовой пластинки сосредоточено небольшое количество мезостоматических клеток. Таким образом, попадая на почву, листья этих кактусов могут образовывать придаточные корни и дать начало новым растениям (так что *Pereskia* sp.sp., *Pereskopsis* sp.sp. и некоторые опунции удастся размножать вегетативно листьями, хотя и не так быстро, как черенками).

По месту расположения в ареоле колючки делятся на центральные и радиальные. Обычно центральная колючка более мощная и длинная. Однако существует множество видов, у которых либо все

колючки радиальные (некоторые *Cereus* sp.sp., *Gymnocalycium* sp.sp., *Sulcorebutia* sp.sp., *Aylosteria* sp.sp., *Mammillaria* sp.sp.), либо они настолько схожи по расположению и неотличимы по форме, что невозможно выделить какой-либо тип (некоторые *Astrophytum* sp.sp., *Echinocactus* sp.sp., *Cereus* sp.sp. и др.).

Как в природных условиях, так и в культуре у большинства видов колючки на старых ареолах, на огрубевших участках стебля, в непосредственной близости от почвы обламываются (роды *Turbinicarpus*, *Encephalocarpus*, *Aztekium*). Иногда колючки присущи только молодым растениям: проросткам или деткам (роды *Lophophora*, *Ariocarpus*, *Roseocactus*, *Neogomesia* и другие). С другой стороны, у *Mammillaria microhe-*

lia, *M. deherdtiana* и некоторых других центральных колючки появляются только на взрослых растениях.

Колючки ювенильных и взрослых кактусов отличаются по толщине, длине, окраске, форме. Например, у разных видов рода *Gymnocalycium* молодые растения за редким исключением имеют очень похожие колючки, в то время как взрослые экземпляры поражают разнообразием форм и цвета колючек. Тут есть и длинные колючки, до 7–8 см и более (*G. cardenasianum*, *G. glaucum*), и короткие (*G. asterium*, *G. ragonessii*); толстые, до 3–4 мм у основания (*G. hybopleurum* и *ferocior*), и тонкие (*G. bruchii*). Такие виды, как *G. gibbosum*, *G. nidulans*, имеют густые заросли колючек, а у *G. eurypleurum*, *G. fleischerianum*

они редкие. *G. denudatum* и *G. hyptiacanthum* имеют прижатые к стеблю колючки, а у *G. pungens*, *G. horridispinum* они направлены от стебля. Таких отличий можно насчитать десятки и более.

Каждый вид кактусов имеет свои особенности строения, формы и окраски колючек. И не только виды, но и разновидности различаются между собой по этим признакам. Например, *Mammillaria candida* и *rosea* отличается от *M. candida* розовоокрашенными кончиками колючек. Зачастую по признаку окраски колючек кактусоводы выделяют и селекционируют садовые формы. Например, подобным образом из огромного числа сеянцев *Astrophytum capricorne* была отобрана форма (иногда ее называют разновидностью) *A. capricorne* f. *crassispinoides*, характеризующаяся светло-желтой, почти белой колючкой.

В той литературе о кактусах, где есть раздел (чаще всего крохотный) по морфологии, колючки по форме разделяют на несколько видов. На самом деле это довольно неблагоприятное занятие, невозможно в 8–10 приводимых типах объединить весь kaleidoscope «колючего» разнообразия, однако, следуя традиции, выполним подобную сортировку.

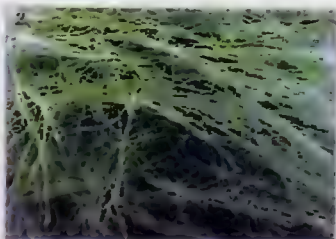
1. Глохидии:

1) очень тонкие, хрупкие, едва заметные колючки с мелкими зубринами по всей длине — присущи только перескиевым и опушечным кактусам.

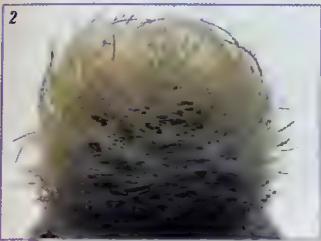
2. Прямые или изогнутые колючки с острыми прямыми концами:

1) игловидные тонкие, прямые, прочные или мягкие, радиальные или центральные колючки;

2) шпильковидные более толстые, прочные и длинные, прямые или изогнутые колючки, которые мо-



Волосовидные колючки:
1 - *Cephalocereus senilis*;
2 *Mammillaria hahniana*



**Проволоко-
подобные
колючки:**

**1 – *Turbincarpus pseudo-
macrochele*;
2 *Neoporteria gerocephala***

гут быть радиальными или центральными;

3) копье- или кинжаловидные — мощные, толстые шипы, чаще центральные, хотя встречаются и радиальные; в сечении круглые, эллиптические, реже плоские, прямые или изогнутые, часто имеющие фактурный рисунок на поверхности;

4) короткие конусовидные — небольшие, но очень прочные колючки;

5) псевдопектинатные — мелкие, тонкие и

короткие колючки, образуются на удлиненной ареоле в виде двустороннего гребня.

3. Колючки с концом, загнутым крючком:

1) крючковидные центральные колючки расположены по одной или несколько в ареоле, имеют острый более-менее загнутый конец, могут быть довольно длинными или короткими, тонкими и гибкими или крепкими и упругими.

4. Волосо- или проволокоподобные колючки:

1) волосовидные — мягкие, густые, свисающие «бородой» со стебля или окутывающие стебель наподобие меховой шубы колючки; очень активно выполняют функцию поглощения водяных паров;

2) более упругие и толстые проволокоподобные колючки, по несколько штук расположенные в ареоле, разной толщины и изогнутости, чаще направленные вверх или вбок, реже — вниз.

5. Бумагоподобные колючки:

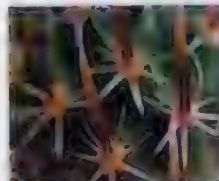
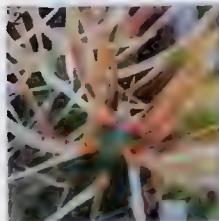
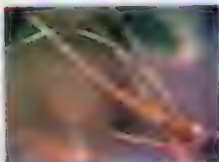
1) довольно редкий тип колючек, могут быть от 1 до 20 см длиной, чаще изогнуты, извиты, жлобовидной формы.

6. Роговидные колючки:

1) в основном недлинные, дугообразно загнутые, жесткие, с поперечной «насечкой» колючки, чаще уплотненные или желобовидные.

7. Перьевидные колючки:

1) оригинальные колючки, напоминающие по строению птичье перо: одна из основных функций — поглощение водяных паров, поэтому они мягкие и очень густые, создают вокруг стебля своеобразный кокон.



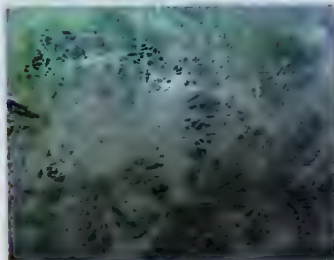
Бумагоподобные колючки:
1 - *Leuchtenbergia principis*;
2 - *Tephrocactus articulatus* v.
papiracanthus; 3 - *Toumeyia*
papiracantha

8. Пектинатные колючки:

1) представляют собой удлиненную овальную пластинку, «лежащую» на такой же удлиненной ареоле. Пластинка имеет центральную продольную борозду и разде-



Роговидные колючки
Turbinicarpus klinkerianus



Перьевидные колючки
Mammillaria pennispinosa

ленные на мелкие «игло-колючки» лопасти.

9. Специализированные колючки:

1) нектароносные колючки — иногда укороченные, почти не заметные, толстые или удлиненные, с утолщением на концах, выделяющие сладкий сок.

Как по количеству, так и по окраске колючки довольно разнообразны. Количество их может быть от одной (или нуля) до нескольких десятков, а цвет варьирует от различных оттенков белого до красного, корич-

невого, черного. Причем довольно часто можно наблюдать переход цвета, например: янтарное основание, белая середина и красное или черное острие.

В отличие от диплетанта, который стремится любыми путями иметь коллекцию огромного разнообразия ботанических названий, профессиональный коллекционер желает не количества, а качества выращиваемых растений. Для того чтобы выбрать, нужно иметь, из чего выбирать, т. е. делать достаточно большие посевы, иметь не

1–2 экземпляра каждого вида, а около десяти и более. Для того же, чтобы вырастить полноценные растения, надо соблюдать технологию их выращивания, не допускать жировки. В культуре кактусы растут гораздо быстрее,

чем в природе, и если сердобольный кактусовод будет активно применять удобрения, то добьется этим лишь увеличения массы стебля, ослабления, а то и гибели растения, в то время как колючки будут отставать в росте.

Наряду с колючками у кактусов развито опушение. Каждый волосок опушения представляет собой пучок удлиненных полых капилляров, состо-



Опушение ареол: 1 – *Parodia otuyensis*; 2 – *Lophophora williamsii*



Виды ареольного опушения:

- 1 – опушение бороздки *Reseocactus fissuratus* v. *minor*;
- 2 – опушение аксиллы у *Mammillaria collinsii*;
- 3 – опушение макушечного цефалия у *Discocactus hostii*

ящих из стенок клеток эпидермального происхождения. Благодаря такому строению опушение очень активно всасывает даже ничтожно малое количество влаги из воздуха. К тому же опушение выполняет и защитную функцию, закрывая более нежные ткани.

У кактусов существует феномен неареольного опушения: это так называемая бархатистость колючек и крап эпидермиса. Наиболее характерный пример растений с бархатными колючками являют собой виды рода *Gymnocalycium*. Морфологически опушение колючек аналогично эпидермальному.

Самые «крапчатые» — кактусы из рода *Astrophytum*. Наличие отдельных

Наличие опушения в области пазушной почки — не диковинка в мире растений, однако у кактусов оно весьма обильно. Зачастую опушения и волоски полностью «укутывают» макушку растения. Опушение может быть **ареольным** (опушение ареол, аксилл, бороздок и цефалия) и **неареольным** (крап и опушение колючек).

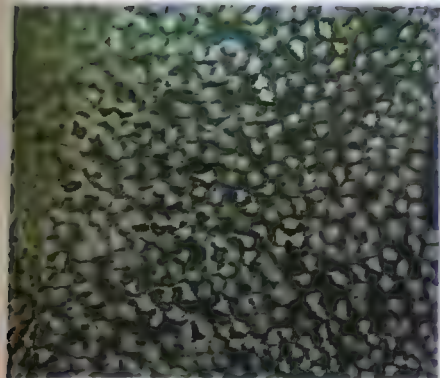
При делении вегетативной почки на ареолу и аксиллу происходит и разделение опушения, причем аксиллярное опушение или опушение продольной бороздки может быть во много раз гуще и длиннее ареольного. Опушение цефалия может отличаться от опушения стеблевых ареол как по форме, так и по окраске.

волосков на эпидермисе можно обнаружить практически у любого вида, произрастающего в аридных условиях. Но у астрофитумов эти волоски собраны в группы, более-менее равномерно и плотно разбросанные. Японские коллекционеры, любители всего необычного, подметили эту черту и вывели несколько сортов астрофитумов, отличающихся повышенной «пушистостью» крапа.

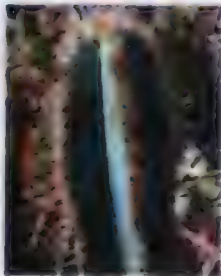
В заключение этой главы еще раз хотелось бы повторить, что интенсивность развития колючек и опушения, наряду с генетическими факторами, зависит и от условий внешней среды — чем выше влажность и плодородие субстрата, чем мягче климат и слабее солнечное освещение, тем тоньше и мельче становятся колючки, редеед опушение.



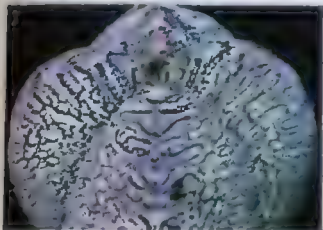
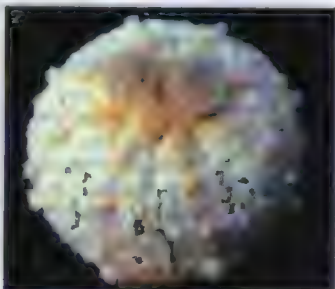
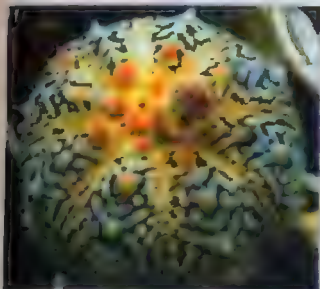
Опушение колючек *Gymnocalycium schickendantzii*



Кран на стемле *Astrophytum ornatum*



Густые волоски в частых
ареолах пилосцереуси
создают видимость
«опушенных» ребер



Астрофитумы японской селекции:

1 *Astrophytum asterias* 'Zebra'; 2 *A. asterias*
'Snow'; 3 - *A. myriostigma* 'Onzuka'

Глава 2 Общие закономерности и факторы роста кактусов

Под ростом растения в целом и кактусов в частности следует понимать увеличение размеров, которое включает в себя увеличение массы, объема, числа клеток, сырого и сухого вещества. Это процесс новообразования элементов структуры растительного организма. Однако необходимо помнить, что наряду с процессами роста идут обратные процессы — деструкции, отмирания (например, отмирание корней, опробковевание эпидермиса, лигнифицирование проводящих тканей и др.). Поэтому обычно различают **истинный рост** — процесс новообразования структур и **видимый рост** — взаимный итог новообразовательных и деструктивных процессов.

Хотя способность к росту является свойством любой живой клетки, для его осуществления необходим ряд условий. Прежде всего это приток «строительного материала» (питательных веществ)



Вытягивание стебля (2) *Gymnocactus horridus* при недостаточном освещении (1 — нормальное растение)

извне или наличие его запаса в клетке. Следовательно, рост всегда сопряжен с транспортом веществ на короткие или длинные расстояния.

Второе условие роста — наличие специальных регуляторов — гормонов (о которых будет сказано позднее).

Рост как процесс новообразования идет непрерывно. Даже в период стагнации (покоя) в тканях кактусов проходят процессы, связанные с делением клеток, хотя, конечно, гораздо медленнее, чем в период активной вегетации. В этом случае рост осуществляется за счет запаса питательных веществ. В течение суток



процессы роста идут неравномерно: для кактусов большая интенсивность роста приходится на ночные часы.

В основе роста отдельных тканей, органов и всего растения лежат физиологические процессы образования новых клеток и

их увеличения. Не вдаваясь глубоко в подробности, рост клетки можно разделить на фазу деления и фазу растяжения, или **рост делением** и **рост растяжением**. Проиллюстрировать это можно на следующем примере.

Если взять два одинаковых кактуса и поставить один под солнечное освещение при редком поливе, а другой — в тень с обильным поливом, то в последнем случае через некоторое время стебель кактуса начнет вытягиваться. На срезе даже невооруженным глазом будут видны крупные, наполненные соком клетки зацветающей плети, в отличие от мелких клеток первого растения.

Следует отметить, что не все клетки имеют способность в равной степени делиться и растягиваться. В том же примере колючки у второго растения будут выглядеть тоньше и «слабее» по сравнению с первым. Клетки колючек имеют меньшую растяжи-



*При наличии апекса (1) у *Melocactus matanzanus* не образуются боковые побеги, активно формирующиеся при его удалении (2)*

мость, и при обильном корневом поливе кактусу нет необходимости развивать «сильные» колючки, в то время как перному растению они нужны в качестве одного из приспособлений для поглощения паров воды из воздуха.

С другой стороны, клетки сосущих корешков имеют способность как быстро делиться, так и быстро растягиваться, причем последнее свойство часто преобладает.

В росте выделяют еще и третью фазу — фазу **дифференциации клеток**. Именно благодаря ей из зародыша развивается растение со всеми его органами, из ареолы — колючки, вегетативные и цветочные побеги, а у некоторых кактусов — листья.

Все органы растения взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга путем ускорения или торможения различных биохимических процессов. Такое явление называется **корреляцией**. В зависимости от видимого проявления влияния тех или иных факторов на процессы роста корреляция может быть положительной или отрицательной.

Подтвердим вышесказанное простейшим опытом. Поставим на укоренение две группы черенков: с апексом и без него. Во второй группе корни или не образуются, или же образуются гораздо медленнее, чем в первой. Однако если на безапикальную часть привить верхушку даже другого кактуса, то пос-

ле успешного сращивания частей прививки черенок успешно укоренится (на этом основывается метод экстренной прививки, когда под рукой нет подходящего укорененного подвоя). В данном случае верхушка кактуса оказывает положительное влияние на образование корней.



Однако апикальная точка роста тормозит вегетативное развитие пазушных почек (ареол), образование боковых побегов (отрицательная корреляция) и, в случае ее удаления, ареолы

чаще всего начинают вегетировать и формировать побеги-детки. Удаление апикальной меристемы используют как способ быстрого вегетативного размножения кактусов.

О положительной и отрицательной корреляции можно говорить и применительно к подземной части растения — корню. При пересадке семян нередко происходит невольное травмирование растущих кончиков корней, т. е. удаление апикальной меристемы, что приводит к усиленному ветвлению корневой системы.

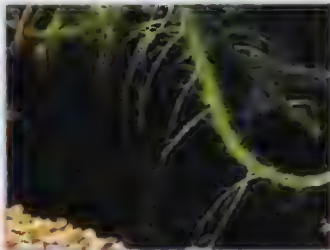
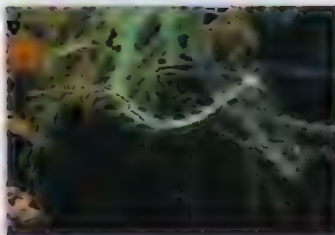
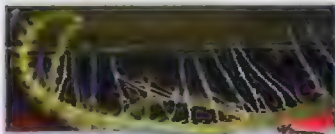
Еще одно свойство растений — **поляриность**. Попробуйте провести та-

кой опыт. Возьмите несколько черенков *Selenicereus* sp.sp. без апекса и поставьте их на укоренение. Корни из камбиального кольца появятся только в нижней части черенка, даже если черенок перевернут нижним концом вверх.

Полярностью характеризуются не только органы, но и ткани. Хотя иногда и удастся привить перевернутую нижнюю часть растения на сте-

бель кактуса-подвоя, однако видимого ее роста практически не наблюдается, а образующиеся побеги-детки принимают «нормальную» ориентацию.

Полярность проявляется в результате воздействия факторов внешней среды и выражается в виде направленного роста — **тропизма**. Индукторами полярности являются свет, гравитация, минеральные и органические



Тропизмы у *Selenicereus pteranthus*, растущего в аквариуме: 1 отрицательный фототропизм корней; 2 положительный фототропизм верхушки стебля; 2, 3 — положительный гео- и акватропизм корней



*Положительный фототропизм у **Ariocarpus scaphirostris**: стебли повернутых набок сеянцев изгибаются к источнику света*

мерно высоких температурах. В природе количество осадков в эти периоды резко снижается.

Стагнацию нельзя характеризовать как «полное замирание» растения, ведь отсутствует лишь видимый рост, но протекают процессы дыхания, превращения веществ (крахмал

вещества субстрата и вода. В первом случае наблюдается явление фототропизма, стебель обладает положительным, а корень — отрицательным тропизмом. Во втором — геотропизм, где, наоборот, стебель имеет отрицательный, а корень — положительный тропизм. Это надо помнить при проведении пикировки или пересадки кактусов: активность запущенных вверх корней резко снижается, часто они обречены на стагнацию и последующее отмирание, что приводит к значительному замедлению роста растения, а то и к гибели из-за поражения неактивных корней патогенными грибами.

Отдельные органы и ткани растения растут с неодинаковой скоростью из-за их различного функционирования. С другой стороны, у каждого органа можно выделить фазы ро-



*Изгиб стебля **Parodia chrysacanthion** в результате одностороннего освещения и положительного фототропизма верхушки стебля*

ста и **период стагнации**. У кактусов, растущих в жестких природных условиях, жизненная активность приходится на благоприятные по осадкам и температуре периоды. Когда же температура поднимается выше или опускается ниже «комфортных» пределов — кактусы прекращают видимый рост. Период стагнации наступает либо один раз в году при установлении слишком низких температур, либо дважды — при слишком низких, а также чрез-

но фруктозу и другие сахара и т. д.), закладываются зачатки генеративных органов. В состоянии стагнации также могут находиться и отдельные органы, ткани, клетки. Например, в сухой почве при достаточной влажности воздуха видимый рост корней практически отсутствует, хотя стебель кактуса медленно растет.

Благодаря химически связанной иоде в коллоидном растворе цитоплазмы и повышенному количеству запасных веществ по-

кующиеся органы и ткани обладают значительно большей устойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды, чем интенсивно растущие.

В периоде стагнации различают состояния вынужденного и глубокого покоя.

Вынужденный покой — это такое состояние растения, когда видимого роста не наблюдается из-за отсутствия необходимых внешних условий (комфортных температур, определенного количества влаги, кислорода и др.). Достаточно создать приемлемые условия, и вынужденный покой прервется. В тепличной культуре при искусственном освещении кактусы могут расти практически в течение всего года (особенно молодые экземпляры). При зимнем содержании кактусов на подоконниках при комнатной температуре и поливе растения начинают расти, однако из-за недостаточного освещения их стебель теряет форму, вытягивается. Поэтому зи-

мой необходимо поддерживать температуру воздуха около 10 °С.

Другой пример — у кактуса на, казалось бы, сухих корнях образуются сосущие корешки уже через 3—4 часа после полива в культуре или выщипывания росы в природных условиях.

Семена тоже находятся в состоянии вынужденного покоя и не прорастают до тех пор, пока им не будет предоставлено достаточное количество воды, воздуха и тепла...

Отсутствие видимого роста при благоприятных внешних условиях — это **глубокий покой**. Это непосредственно закрепленная ответная реакция растения, возникающая в процессе эволюции под влиянием неблагоприятных условий внешней среды и не всегда легко прерываемая под воздействием какого-либо обычного фактора (тепло, вода и др.). Многие собиратели кактусов встречались с явлением, когда сеянцы, находясь в комфортных условиях, выпадали в состояние стагнации. И только после того, как на определенный,

иногда довольно длительный период, молодым растениям создавали условия покоя, — снижали температуру и влажность, они, будучи поставленными в исходные условия, начинали расти. Секрет этого явления лежит на поверхности — молодые кактусы обладают повышенной «энергией роста», ведь в природе им надо успеть подготовиться к неблагоприятному сезону. Кактусовод же, зачастую радуясь интенсивному росту сеянцев, не предоставляет им периода покоя. Поддерживая рост молодых растений длительное время на высоком уровне, он тем самым нарушает многие физиологические процессы, в результате чего интенсивность роста снижается. Одной из причин этого явления может быть чрезмерная концентрация крахмала в клетках растений. Крахмал — это аккумулятор энергии, но для ее освобождения он должен быть ферментативно расщеплен до простых сахаров — этот физиологический процесс наиболее активно идет при пониженной температуре.

В состоянии глубокого покоя могут находиться не только растения, но и семена. Сейвавший кактусы наблюдал, насколько неодинаков процесс прораста-

ния в посеве одного наименования и даже одной генерации. С чем это связано?

Во-первых, с недоразвитостью зародыша и недостаточным созревaniem тка-

ней семени. Определяющим фактором подобной недоразвитости является место расположения семяпочки, а впоследствии и семени в ягоде. Степень подготовленности семян к прорастанию зависит от градиента притока гормональных и биологически активных веществ в ткани зародыша и семени. Так, если свежие семена *Astrophytum* sp.sp. почти полностью прорастают на 2–5-й день после посева, то некоторые семена *Strombocactus* sp.sp., *Ariocarpus* sp.sp. и многих других кактусов могут оставаться в состоянии покоя более года именно из-за недоразвитости тканей зародыша. Известна «строптивость» семян некоторых маммиллярий, в частности, *Mammillaria theresae*, практически не прорастающих в первый год после созревания ягод. Обратной стороной недоразвитости является

сохранность семян, например, у тех же *Strombocactus* sp.sp., *Ariocarpus* sp.sp. до 10–30 (1) лет.

Во-вторых, с особенностями строения семенной кожуры и ее образований, непроницаемых для воды.

В-третьих, с непроницаемостью семенной кожуры для воздуха и нарушением газообмена между тканями зародыша и окружающей средой.

В-четвертых, с механическим торможением проклевывания семени из-за чрезмерного сопротивления прочной семенной кожуры.

В-пятых, с накоплением ингибиторов роста в семенной кожуре и тканях зародыша.

В-шестых, с отсутствием освещения при прорастании семян некоторых видов кактусов.

Под **внешними факторами** принято понимать параметры окружающей среды (температура, свет, влажность, газовый состав воздуха, химический состав почвы и др.), которые, воздействуя на растения, стимулируют или тормозят те или иные физиологические процессы.

Произрастая в основном в аридных районах, кактусы приспособились к внешним условиям и закрепили это генетически. То же можно сказать и о видах, произрастающих во влажных тропических лесах. Огромное разнообра-

зие форм стебля, колючек, опушения — это ответная реакция на различные климатические условия.

В культуре кактусы не испытывают дефицита ни в воде, ни в питательных веществах. Коллекционер должен хотя бы примерно воссоздать природные условия, в противном случае растения потеряют характерный габитус, начнут вытягиваться или чрезмерно разрастаться.

Температура

Для кактусов существуют определенные темпе-

ратурные пределы, называемые **комфортными** температурами, при которых растения успешно растут, цветут, завязывают семена, плодоносят.

Следует иметь в виду, что для каждого растения существуют, с одной стороны, температурные минимум и максимум, за пределами которых видимый рост прекращается, а с другой — оптимум температуры, при котором физиологические процессы фотосинтеза, питания, дыхания, клеточного деления и другие проходят наиболее интенсивно. Типичный

график зависимости интенсивности биохимических реакций или физиологических процессов от фактора внешней среды (в данном случае температуры) представляет собой асимметричную параболу.

Для достижения максимальной интенсивности различных биохимических реакций требуются и различные оптимальные температуры. Говоря о комфортных температурах видимого роста, следует помнить, что они определяются с учетом всех про-

цессов, протекающих в растении. Причем, как видно на суммарном графике всего лишь четырех физиологических процессов, интенсивность видимого роста не превышает 60% от теоретически возможной. В среднем минимальный предел температур роста кактусов лежит в интервале 10–12 °С, оптимум — при температуре 26–31 °С, максимум при 35–40 °С.

При всем разнообразии расположения на графике минимальных, максимальных и оптимальных температурных точек видимого роста для раз-

личных видов кактусов, для всех представителей семейства *Cactaceae* наблюдается нечто общее. Интервал между минимальными и оптимальными температурами значительно больше, чем между оптимальными и максимальными; в первом случае он достигает 18–20 °С, тогда как вторым лишь 5–10 °С. Следовательно, сразу же после достижения оптимума видимого роста начинает сказываться отрицательное действие высоких температур.

Так как в природе не существует двух одинаковых организмов (даже близнецы чем-то да отличаются), не вполне корректно было бы перекладывать сравнительно четкие температурные пределы роста конкретного экземпляра на весь таксон, к которому этот экземпляр относится. Для таксонометрических категорий эти температурные пределы шире.



Кактусы в природе: Tephrocactus alexandri и T. articulatus (провинция Ла-Риоха, Аргентина)

Растения высокогорных плато, например, чилийские кактусы, начинают вегетировать при температуре окружающей среды чуть выше 0 °С, поэтому и верхний предел комфортных температур несколько сдвинут влево. В культуре при зимней температуре 8–10 °С некоторые кактусы родов *Neochilenia*, *Pyrrhocactus*, *Parodia* и др. из аналогичных природных зон начинают расти.

Для них необходимо создать более жесткий режим зимовки — температура около 0 °С. Но у этих видов наблюдается торможение роста уже при 25 °С. Отчасти это можно объяснить более высокой активностью ферментов, участвующих в физиологических реакциях — высокая активность, как правило, связана со снижением верхней границы температурного параметра.

Для кактусов, ареалы распространения которых находятся в пустынях Северной Америки, где максимальная годовая температура воздуха достигает чуть ли не 50 °С и верхний слой почвы может раскаляться до 60 °С и более, показатель оптимальной температуры роста сдвинут дальше от нуля. У кактусов выработались защитные приспособления: опущение, мощная кутикула,

различные выросты эпидермиса, повышенное содержание углеводов в цитоплазме и, следовательно, более густая цитоплазма клеток и т. д. Эти приспособления закреплены генетически, и для успешного культивирования таких растений при сохранении их природного габитуса требуется поддерживать температуру воздуха на уровне 35–40 °С.

Если проанализировать климатические характеристики аридных зон американского континента, то видно, что перепады абсолютных максимальных и минимальных температур могут достигать 60, а иногда и 80 °С. Естественно, что температура воздуха меняется и в течение суток. В местах произрастания кактусов суточные колебания могут достигать 30 °С и более. В соответствии с этим интенсивность ростовых процессов также меняется в течение суток.

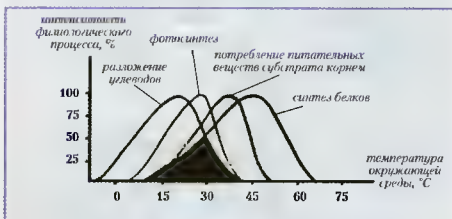
О суточных перепадах температур следует помнить вот по какой причине: большинство кактусов настолько закрепило реакцию на это воздействие, что при отсутствии суточных колебаний температур окружающей среды процессы ассимиляции и диссимиляции замедляют-

ся и растения переходят в состояние покоя. При этом не следует забывать, что повышенная влажность субстрата в период стагнации (такую стагнацию начинающий любитель кактусов может и не заметить, так как вроде бы все условия благоприятные) приведет к загниванию корней и гибели растения.

У кактусов, несколько поколений которых содержалось в культуре в более

мягких, отличных от природных, условиях, приспособленность к температурным перепадам внешней среды и ответная реакция на них слабее, чем у «дикарей».

Как уже упоминалось, понятие о кардинальных температурных точках следует воспринимать как относительное и подвижное. Так, отдельные ткани и органы имеют разные кардинальные точки: для роста стебля температур



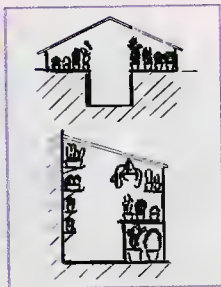
Суммарный график отдельных физиологических процессов, определяющий температурные границы видимого роста (зеленая фигура)

ный оптимум выше, чем для корня, а оптимальная температура прорастания семян зачастую ниже, чем оптимальные температуры роста корня и стебля.

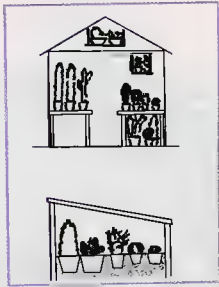
Температурный оптимум роста не совпадает с температурным оптимумом других процессов, например, фотосинтеза. Из этого следует, что в условиях высоких температур может ощущаться нехватка энергетических веществ, необходимых для жизненных процессов, и это косвенно вызывает торможение роста.

Возникает дилемма: с одной стороны, для различных видов, родов или групп кактусов оптимальные температуры роста неодинаковы, а с другой — как в культуре создать те температурные условия, которые соответствовали бы природным. Приходится искать компромиссные решения.

Если коллекция небольшая, то целесообразнее в период активной вегетации поддерживать температуру 26–28 °С днем и 15–18 °С ночью. Если же растений в коллекции столько, что их можно объединить в группы по месту произрастания (например, мексикан-



Способы расстановки растений в теплицах и парниках (частично по S. Brehme)



ские кактусы, бразильские, горные, растущие на равнинах и т. д.), то стоит подбирать оптимальный температурный режим для данной группы.

Как же создать в комнате или другом помещении благоприятные условия для роста и развития кактусов? Ответ напрашивается сам собой: необходимо отделить место содержания растений от внешней среды, поддерживать температуру, необходимую для их роста (здесь главной задачей будет не потерять уже имеющееся тепло).

Конечно, могут возражать, что кактусы — это выносливые растения, и их лучше содержать в летний период на открытом воздухе, а зимой — на подоконнике. Но никогда при таком отношении к кактусам, да и не только

к кактусам, нельзя создать ни уникальной коллекции, ни добиться серьезных успехов в разведении растений.

Только в теплице, где есть возможность воспроизвести «знакомую» для кактусов температуру, влажность, освещенность, и можно достигнуть желаемых результатов.

Конструкции, формы, размеры теплиц настолько разнообразны, что просто не стоит говорить о каждой в отдельности. Для удобства разделим все их многообразие на две большие группы: уличные теплицы и теплицы, сооружаемые для комнатного содержания растений.

К первой группе относятся открыто стоящие теплицы: это различные парники из стекла или синтетической пленки, собственно теплицы раз-

чиной конструкции и пристенные теплицы и парники.

К сожалению, редко кто из отечественных любителей кактусов может похвастаться капитальной теплицей. Для большинства гораздо насущнее комнатные теплицы, которые бывают наружными (балконными или заоконными) и внутренними (оконными и внутрикомнатными). В качестве последних могут использоваться различные аквариумы, застекленные блоки и даже колпаки из стекла, пленки или других материалов.

К постройке теплицы кактусовод должен отнестись со вниманием. Ее делают удобной в обращении, отвечающей всем параметрам, необходимым для роста растений, и, что немаловажно именно для комнатных теплиц — она должна вписываться в интерьер комнаты.

Как же создать в комнате или другом помещении благоприятные условия для роста и развития кактусов? Ответ напрашивается сам собой: необходимо отделить место содержания растений от внешней среды, поддерживать температуру, необходимую для роста этих растений. Для этого прежде всего следует ограничить теплообмен с наруж-

пой средой. Даже под обыкновенным колпаком в летнее время температура воздуха выше окружающей на 10–20 °С.

Уличные теплицы иногда подключают к центральному отоплению или же нагревают воздух калориферами.

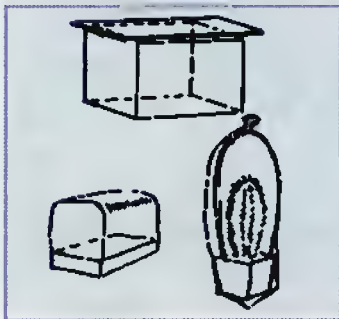
Если пол теплицы устлать слоем растительных остатков или навозом (с последующей засыпкой этой биомассы песком), то при их разложении будет выделяться тепло — это биологический подогрев.

Для обогрева небольших тепличек можно использовать лампы накаливания, так как около 97% излучаемой ими энергии приходится на инфракрасное излучение, т. е. тепло. С той же целью дроссели ламп дневного света размещают под поддонами с

растениями или полом внутренней теплички.

Другой способ подогрева — пустить под поддоном, на котором будут стоять растения, электронагревательную спираль, придав ей приемлемую форму, или установить ТЭНы, включив их в электрическую цепь с реле температуры. Спираль изготавливают из тугоплавкой проволоки или используют уже готовую спираль от нагревательных приборов. Ее надо обязательно изолировать от соприкосновения с металлическими и деревянными частями теплицы.

В случае применения для обогрева электрических устройств следует помнить, что количество тепловой энергии зависит от



Использование аквариумов, колпаков и пикетной из синтетической пленки в качестве микротепличек

мощности, которая равняется квадрату напряжения, деленному на сопротивление электрической цепи. Изменение длины проволоки спирали меняет ее сопротивление (чем проволока длиннее, тем сопротивление больше, и наоборот), что, в свою очередь, приведет к изменению мощности нагревательного элемента. Варьируя длину проволоки, можно добиться

умеренного нагрева спирали при ее непрерывной работе, это исключит необходимость применения реле температуры (в случае отказа реле последствия могут быть весьма плачевными).

Иногда используют электролитический способ обогрева, хотя такие приспособления недолговечны. Гибкую резиновую или пластиковую трубку заполняют электролитом (чаще раствором поваренной соли) и закрывают

концы пробками с электродами. Такой шланг раскладывают под поддоном с растениями или располагают его зигзагобразно между горшками. Сопротивление электролита обратно пропорционально его концентрации.

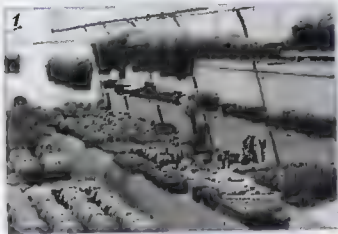
Свет

В растениях постоянно образуются различные органические вещества: белки, жиры, углеводы и другие богатые энергией соединения. В зеленых растениях, как подметил в своих работах К.А. Тимирязев, откладывается в запас лучистая энергия. Естественным источником лучистой энергии для растений является Солнце. «Солнечный свет через микроскопические зерна хлорофилла дает начало всем проявлениям жизни на земле», — писал Тимирязев.

О влиянии солнечной энергии на хлорофилл, усвоении и преобразовании ее в химические соединения написаны огромные тома. Процесс поглощения квантов света и превращения углекислого газа в органические соединения — **фотосинтез** — в настоящее время изучен детально.

Возникает вопрос: стоит ли собирать рас-

Японские коллекционеры содержат свои растения в низких и высоких парниках. Кактусы располагаются в поддонах на полу парника, либо на стеллажах



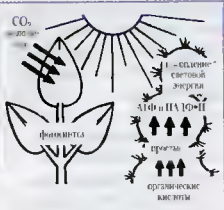
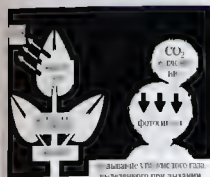


Схема фотосинтеза у растений с C_3 - и C_4 -типом метаболизма (по S. Brehme)

тений, особенно таких вы-сокоспециализирован-ных, как кактусы, «вле-зать в дебри» сложного физиологического про-цесса фотосинтеза? Ко-нечно же, детально рас-смотреть все реакции в рамках этой главы невоз-можно, да и не имеет смысла, поэтому любозн-ательному читателю при-дется обратиться к специ-альной литературе. Одна-ко и обойти вниманием фотосинтез нельзя, так как этот процесс лежит в основе жизнедеятельно-сти зеленой клетки.

Влияние света на зеле-ные растения изучалось довольно продолжитель-ное время. Впервые син-тез органических веществ благодаря солнечной энергии был назван фото-синтезом в 1877 году. Приведем определение: «фотосинтез — это про-цесс поглощения электро-магнитной энергии солнца хлорофиллом и вспомога-

тельными пигментами и превращения ее в химиче-скую энергию, поглоще-ние углекислого газа из атмосферы, синтез орга-нических соединений и выделение кислорода в ат-мосферу». Таким образом, для успешного протека-ния фотосинтеза требует-ся свет, углекислый газ, вода и специальный пиг-мент — **хлорофилл**.

Элементарное уравне-ние фотосинтеза выглядит так:



Как видно, углекислый газ восстанавливается до простых сахаров, которые должны были бы тут же окисляться свободным ки-слородом и превращаться опять в углекислый газ. Однако продукты фото-синтетических реакций разделены благодаря уни-кальному строению специ-альных клеточных образо-ваний — **хлоропластов**.

Хлоропласты предста-вляют собой овальные тельца, свободно распо-ложенные в цитоплазме клетки. По строению хло-ропласты представляют собой мешок, образован-ный двумя двойными мембранами, пронизанны-ми порами. Внутренняя полость заполнена студе-нистым веществом — **стромой**, в которой рас-положены уплотненные округлые мешочки — **тилакоиды**, сложенные на-подобие столбиков монет в **граны**. Обычно в разви-том хлоропласте находит-ся 100–150 гран, состоя-щих из 10–30 тилакоидов. Если учитывать, что пиг-менты сосредоточены в мембранах тилакоидов, то суммарная фотосинтети-ческая поверхность во-много раз превышает по-верхность клеточной мем-браны.

Хлоропласты имеют зеленую окраску благода-ря хлорофиллу. Кроме них, в клетках находятся еще два вида пластид: желтые и оранжевые — **хромопласты** и бесцвет-ные — **лейкопласты**.

В процессе фотосинте-за происходит поглощение света пигментами хло-ропластов. Большая часть солнечной энергии погло-

щается хлорофиллами и каротиноидами. Наиболее важные из них: **хлорофилл а**, имеющий синезеленую окраску; **хлорофилл в** светло-зеленую; **каротин** оранжевую и **ксантофилл** желтую (последние два относятся к группе каротиноидов).

По химическому строению хлорофилла весьма близок к красному пигменту крови — гемму, но содержит не атом железа, а атом магния. Хлорофилл **а** отличается от хлорофилла **в** только тем, что у второго метильная группа заменена на радикал — СОН .

Для образования хлорофилла в растениях необходимо несколько четко определенных условий: присутствие пропластид, способных к позеленению (будущих хлоропластов), света и солей железа, являющихся катализаторами энергопоглощительных процессов, при отсутствии которых наблюдается побледнение (хлороз) зеленых тканей растения.

В зеленых клетках листьев мезофитных растений в результате фотосинтетической реакции образуются простые сахара (глюкоза, фруктоза), которые затем синтезируются в крахмал. Химизм фото-

синтеза довольно сложен и представляет собой ряд превращений соединений углерода и образование богатых энергией органических соединений фосфора, происходит накопление энергии в виде химических связей.

Все реакции фотосинтеза условно делятся на: **световые** и **темновые**.

Световые реакции происходят под действием энергии солнца. К ним относятся: разложение воды на кислород и водород, образование энергетических фосфорных соединений и синтез аминокислот и белков.

Темновые реакции проходят (не обязательно ночью и в темноте) под действием энергии химических связей и имеют конечным результатом образование простых сахаров и выделение в атмосферу молекулярного кислорода.

Оптимальная температура процессов фотосинтеза лежит в пределах $20-30^\circ\text{C}$. У мезофитных растений в вегетационный период днем идет поглощение углекислого газа, синтез органических веществ и выделение кислорода. Процесс дыхания, который по своей сути обратен фотосинтезу, происходит постоянно в течение суток, но его интенсивность изменяется в связи с

суточными колебаниями температуры окружающей среды. Температурный оптимум дыхания значительно выше, чем фотосинтетический, поэтому на свету при температуре $15-30^\circ\text{C}$ синтез преобладает над распадом. Если же температура воздуха повышается до $45-50^\circ\text{C}$, фотосинтез почти прекращается, в то время как процесс дыхания идет полным ходом. То есть одной из причин угнетения и гибели мезофитных растений при повышенной температуре является их истощение при активном дыхании и угнетении фотосинтеза.

В ходе изучения процессов фотосинтеза было установлено, что для восстановления одной молекулы CO_2 требуется 12 квантов света, причем только 4 сохраняются в виде химической энергии, остальные 8 используются для образования неустойчивых высокоэнергетических продуктов, которые необходимы для поддержания энергетики фотосинтеза. В конечном счете эта энергия переходит в тепло.

Теперь весьма упрощенно разберем механику поглощения солнечной энергии растениями.

Для поддержания энергетического хода фо-

тосинтеза требуются уже упомянутые высокоэнергетические органические соединения: **аденозин-трифосфат** (АТФ, аденил-пирофосфорная кислота) и восстановленный водородом **никотинамидаденинуклеотид-фосфат** (НАДФ). Естественно, довольно трудно выговорить эти длинные названия, поэтому пользуются аббревиатурой.

АТФ и НАДФ•Н образуются во время световой реакции фотосинтеза, они как бы аккумулируют большую часть солнечной энергии. Процесс усвоения солнечной энергии носит название **фотофосфорелирование**. Элек-

троны в хлоропластах передаются от возбужденного хлорофилла через ряд органических веществ к месту фотофосфорелирования.

При темновой реакции фотосинтеза происходит циклическое ферментное превращение углерода из двуокиси в сахара при непосредственном участии АТФ и НАДФ•Н. Этот цикл был открыт М. Кальвином и назван в его честь.

Молекула углекислого газа присоединяется к пятиуглеродному фосфорсодержащему сахару и образует шестиуглеродное соединение, которое затем разлагается до трехугле-

Р. С. МАНДРИНОВ

родных кислот и сахаров, которые, в свою очередь, синтезируются в шестиуглеродные сахара (гексозы) и затем в крахмал. Смысл такой «кольцевой» реакции сводится к поэтапному переходу энергии из легко разрушаемых высокоэнергетических соединений в более стабильные в энергетическом отношении сахара и крахмал. Такой вид метаболизма называют C_3 -метаболизм углерода, а мезофитные растения — C_3 -растениями. Усвоенный из воздуха углерод в дальнейшем участвует в синтезе аминокислот, жиров, углеводов.

Обратимся теперь к кактусам.

В аридных условиях в дневное время растения испытывают дефицит в воде. Ввиду того, что снижается обводненность эпидермиса, закрываются устьичные щели, углекислый газ не может проникнуть в хлоропласты. В ночное время устьица открываются, углекислый газ попадает в клетку и поглощается фосфорсодержащей органической кислотой. В это же время крахмал разлагается до шестиуглеродных сахаров, которые, в свою очередь,



Lobivia hybr.

разлагаются до четырехуглеродной яблочной и изолимонной кислот. Днем накопленный в тканях за ночь углекислый газ включается в состав органических веществ, четырехуглеродные соединения синтезируются в пестителлеродные, а затем — в крахмал. Параллельно в дневное время происходит активное накопление солнечной энергии в фосфорорганических соединениях АТФ и НАДФ•Н. Подобный тип метаболизма принято называть C_4 -метаболизмом.

Такой тип превращения органических веществ присущ, кроме суккулентных растений, некоторым злаковым (кукуруза, сахарный тростник, просо, сорго) с той лишь разницей, что процесс фотосинтеза протекает в клетках паренхимы сосудистых пучков, т. е. в более утолщенных частях листовой пластинки. У кактусов и других суккулентов фотосинтетические реакции проходят в зеленом эпидермисе, а избыточное количество крахмала, который, кстати, отрицательно влияет на интенсивность фотосинтеза, выделяется в межклеточное пространство и транспортируется

до сосудистых пучков. Этот способ метаболизма, особенно в зарубежной литературе, выделяют из общего C_4 -метаболизма и именуют **крассуловым типом** метаболизма: САМ — *Crassulacean acid metabolism* (по латинскому названию растений семейства Толстянковых, которые исследовали австралийские ученые М. Хегч и С. Слэк).

C_4 -растения характеризуются мелкими клетками, густой цитоплазмой, повышенным синтезом и накоплением органических веществ, менее интенсивным световым дыханием, отсутствием обратного потока углекислого газа в атмосферу при дыхании, так как последний поглощается в паренхиме запасающей ткани и вступает в дальнейшие реакции фотосинтеза. Таким образом, коллекция кактусов, содержащихся в комнатных условиях, поглотит из атмосферы углекислый газ и обогатит ее кислородом (в то время как листовые растения в ночное время выделяют двуокись углерода).

Свет, с одной стороны — это поток энергетических частиц — квантов, а с другой — электромагнитные волны. Видимый солнечный свет по качествен-

ному составу не однороден. Он образован сложением волн семи цветов (в доказательство этому достаточно вспомнить радугу): красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый, которые образуют спектр белого цвета. Красные лучи имеют большую длину волны. От красного к фиолетовому цвету длина волны уменьшается. Человеческий глаз воспринимает лишь небольшую часть электромагнитных волн. Непосредственно перед красными лучами лежит зона инфракрасного излучения, а за фиолетовыми — ультрафиолетового.

В живых хлоропластах хлорофилл находится в связанном с белками состоянии. Опыты по изучению свойств фотоактивных пигментов проводились при выделении их из природного материала и растворении в органических растворителях. Любое химическое вещество поглощает лучи определенных длин волн из видимых и невидимых участков спектра. Так вот, хлорофилл **a** имеет максимум поглощения при длине волн 420 и 660 нанометров (нм), хлорофилл **b** — 435 и 643 нм, α -каротин — 470 нм.

В отношении не выделенного *in vitro* хлорофил-

ла существует мнение, что это комплекс зеленых пигментов, компоненты которого имеют различные максимумы поглощения в дальних и ближних красных лучах при длинах волн 670, 685, 705 и 720 нм.

Зеленое растение при попадании на него солнечного света отражает прежде всего зеленые лучи и поглощает более всего красные. Максимальное поглощение квантов энергии, переносимых красными лучами, приходится на утренние и вечерние часы, когда доля красных лучей в спектре увеличивается (красные лучи при прохождении через атмосферу меньше преломляются и рассеиваются, чем другие).

Высоко в горах, где воздух более разрежен и ниже степень преломления, короткие волны не рассеиваются в такой степени, как внизу, на равнине. Поэтому солнечная энергия для фотосинтетических процессов воспринимается растениями и на сине-фиолетовых лучах. У *Nechilenia* sp.sp., *Pyrrhocactus* sp.sp. и других в хлоропластах увеличилось содержание каротина и ксантофилла — оранжево-желтых пигментов. Вместе с зеленым хлорофиллом они придают стеблю буроватый цвет.

Кроме фотосинтетического свет оказывает также воздействие на деление и растяжение клеток, прорастание семян и некоторые другие процессы.

Опираясь на то, что у кактусов как у растений с C_4 -типом метаболизма на свету запасается энергия в виде химических связей и что чрезмерная концент-



*Покраснение
апекса Aztehiium ritteri
как защитная
реакция
на чрезмерное
облучение*

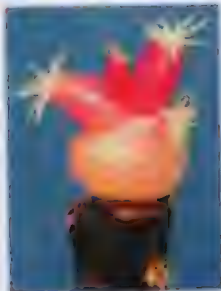
рация вновь синтезированных органических веществ в клетке оказывает отрицательное влияние на ход фотосинтеза, возникает потребность, с одной стороны, быстреего вывода этих веществ из клетки и, с другой — повышения содержания двуокиси углерода в паренхимной ткани.

Стоит отметить важность синей части спектра, так как синие волны являются определяющим фактором фототропизма (движения к свету). Фототропные рецепторы распо-

ложены в апексе стебля и определяют его положение по отношению к солнцу. При удалении апекса стебель прекращает реагировать на расположение солнца.

Как это ни покажется удивительным, но сам по

себе солнечный свет тормозит рост стебля. При недостатке света наблюдается сильное растяжение клеток, хотя и снижается количество хлорофилла в них. Эта способность вытягивать свои осевые органы в темноте имеет для растений большое приспособительное значение. Так, из попавшего под камни семени тонкий бледный росток вытягивается до тех пор, пока на семядоли не упадет солнечный луч, и только тогда стебель начинает развиваться и



Ariocarpus trigonus v. elongates 'Rubrus'

принимать свою типичную форму.

Кактусы приспособились к интенсивности светового излучения. Крупные растения открытых пространств легко переносят его. Мелкие же растения, которые прячутся среди травы или камней, при сильном облучении могут получить ожог, а эпифитные кактусы тропических лесов вообще предпочитают полутень.

Как уже говорилось, для защиты от чрезмерного теплового облучения у кактусов развились ребра, сосочки, а на них колючки, опушение, крап. Покраснение стебля является подтверждением того, что растение начинает отражать избыточные инфракрасные (тепловые) лучи.

Отдельно хочется остановиться на очень интересном явлении **этиоляции**, когда частично или полностью в хлоропластах разрушается хлорофилл. Причиной могут быть как вполне естественные (старение клетки), так и патологические (недостаток освещения, минеральных веществ, поражение патогенной микрофлорой и др.) факторы.

«Жизненный путь» хлоропласта можно описать упрощенной схемой: образование бесцветных пропластид — синтез полноценного хлорофилла и в результате образование зеленых хлоропластов — разрушение хлорофилла при параллельном увеличении концентрации каротиноидов (собственно каротиноидов и ксантофиллов),

образование красных, оранжевых или желтых хлоропластов. Обычно на этой стадии происходит разрушение клетки, однако в некоторых случаях из хлоропластов выводятся каротины и ксантофиллы, и пластиды переходят в качественно новую форму — лейкопласты.

В норме в зеленом хлоропласте хлорофилл и каротиноиды (сумма каротинов и ксантофиллов) соотносятся как 3:1, такое же соотношение наблюдается между ксантофиллами и каротинами (при этиоляции фотосинтезирующая ткань сначала желтеет и лишь при снижении концентрации ксантофиллов краснеет).

Старые ткани желтеют и разрушаются. Но и при чрезмерном освеще-



Gymnocalycium denudatum 'Yellow Cap'

пых блоков-тепличек с искусственным освещением.

Специально для искусственного освещения растений разработаны люминисцентные лампы типа ЛДР (ЛФ, Гри-Люкс, фитолампы), но в частных коллекциях обычно используют более простые и дешевые люминисцентные лампы:

ЛД (ЛДЦ) — имитирует голубое небо без солнца;

ЛХБ — небо, покрытое тонким слоем белых облаков;

ЛБ — яркий солнечный день;

ЛТБ — сходна с освещением лампы накаливания.

Для искусственного освещения кактусов обычно применяют лампы ЛДЦ и ЛБ. Так как у лампы ЛБ большой процент в спек-



*Thelocactus
bicolor
v. mapimiensis
'Albus'*

ре по длине волны близок к 600 нм. использовать целесообразнее или только их, или в соотношении 3:1 с лампами ЛДЦ.

Когда хотя бы добиться увеличения доли красных лучей, то применяют красные светофильтры, твердые или жидкие. В последнем случае окрашенный раствор наливают в прозрачные кюветы и располагают между лампами и растениями. Жидкие светофильтры погло-

щают избыточное тепло, излучаемое лампами, но требуют постоянного обновления.

Однако все это требует определенных затрат. Гораздо проще совместить спектр люминисцентной лампы со спектром лампы накаливания. Конечно, можно смонтировать источники света, подключив их в сеть самостоятельно, но есть и более экономичная схема.

Вспомним, что представляет собой дроссель. Это намотанная на сердечник проволока — т. е. сопротивление. Лампа накаливания — это тоже сопротивление. Если же подобрать одну или несколько ламп накаливания (включив их последовательно) с сопротивлением, равным сопротивлению дросселя, то можно обойтись и без него.



*Цветущий
Gymnocaly-
cium mihan-
ovichii v. fried-
richii 'Violett
Cap'*



«Пятиштыковые» формы кактусов: 1 — *Astrophytum myriostigma* v. *nudum*; 2 — *Gymnocalycium euryleurum*; 3 — *Gymnocalycium mihanovichii* *friedrichii* 'Akagurohihotan-Nishiki'

Каждый коллекционер делает комнатную теплицу по своему усмотрению. Но, учитывая потребности растений и опираясь на некоторые физиологические параметры, стоит подробнее остановиться на этом вопросе.

Прежде всего важно четко определить, для чего сооружается блок-теплица: для культивирования сеян-

цев, взрослых растений, подвоев и т. д. От этого будут зависеть габариты блока, мощность и количество ламп в нем. Так, для сеянцев вполне достаточно четырех люминесцентных ламп мощностью 20 ватт, а для взрослых растений придется создать большую освещенность.

При всем разнообразии комнатных блок-теп-

лиц многие кактусоводы допускают несколько стандартных просчетов: приравнивают полезную длину теплицы к длине люминесцентных ламп, располагают лампы непосредственно под потолком теплицы, не обеспечивая оттока теплого воздуха и размещают дроссели на крыше либо под дном теплицы.

Глава 3 Питание кактусов

Образование органических веществ — углеводов происходит из углекислого газа и воды при фотосинтезе. Однако ни фотосинтез, ни какой бы то ни было другой физиологический процесс не может быть осуществлен без участия минеральных (неорганических) веществ — те же углекислый газ и вода являются неорганическими химическими веществами

Все минеральные элементы по их значимости можно разделить на **макроэлементы** (азот, фосфор, сера, кальций, калий, магний) и **микроэлементы**, концентрация которых в клетке во много раз меньше, чем элементов первой группы.

Недостаток одного или нескольких элементов приводит к заболеванию или гибели растения.

Познакомимся с ними поближе, начав с макроэлементов.

Азот входит в состав всех белков, хлорофилла, ДНК и РНК (носители генной информации) и энергетических фосфор-



При правильном питании кактусы в коллекциях регулярно цветут:
1 — цветущие мамиллярии и турбиникарпусы;
2 — пародии в коллекции

ных веществ. При избытке азота клетка увеличивается в объеме, возрастает содержание в ней хлорофилла. При недостатке азота растение желтеет (нарушение синтеза хлорофилла), усиливается синтез безазотистых красных пигментов — каротинов, ксантофиллов. Недостаток азота тормозит рост надземных органов, но стимулирует рост кор-

ня в длину. При этом усиливается транспирация и ткани могут обезвоживаться. Ксерофитные растения приспособились к недостатку азота в почве: их клетки стали мельче, уменьшился просвет устьичных щелей, значительно сократилась интенсивность транспирации и повысилась степень поглощения азота из воздуха. Так как метаболизм

у ксерофитов проходит по C_4 -типу, то для преобладания фотосинтетического процесса над дыхательным необходима большая интенсивность света

Фосфор входит в состав РНК и ДНК, является одним из элементов клеточных мембран, энергетических веществ и ферментов. Без фосфора невозможны ни фотосинтез, ни дыхание. Он также влияет на процессы цветения и образования семян.

Сера входит в состав белков и некоторых ферментов.

Кальций входит в состав мембран, постоянно содержится в хлоропластах, участвует в процессах построения белков, деления и растяжения клеток. При избытке кальция снижается обводненность цитоплазмы, но повышается устойчивость к неблагоприятным условиям. При отсутствии кальция резко увеличивается проницаемость клеточных мембран, усиливаются процессы поглощения магния, а при повышенной кислотности из клеток выделяется калий.

Калий не входит в состав ни одного из органических соединений в клетке. В основном он находится в свободной ионной форме и играет лишь ре-

гуляторную роль. Калий активизирует темновые реакции фотосинтеза (что особенно важно для растений с C_4 -типом метаболизма), повышает обводненность цитоплазмы клеток. Однако при избытке калия клетка обладает малой устойчивостью к болезнетворным факторам и быстрее погибает при неблагоприятных условиях. Большое количество калия содержится в молодых растениях с интенсивно растущими органами, максимум его концентрации в тканях приходится на момент цветения. При недостатке калия подавляется синтез белков и сахаров, а при отсутствии задерживается рост.

Магний находится в клетках в виде ионов и входит в состав хлорофилла, активизирует ферменты, участвует в дыхании и фотосинтезе. При недостатке магния усиливаются окислительные процессы. Он находится в постоянном сложном взаимодействии с фосфором, азотом и калием. Недостаток магния приводит к хлорозу, но желтеют и отмирают не сосудистые пучки, а тканевая паренхима; пожелтение начинается от корневой шейки. При недостатке магния задержива-

ется цветение, цветки теряют истинную окраску, бледнеет.

Для полноценного роста и развития, для обеспечения жизненно важных процессов необходимы микроэлементы.

Железо входит в состав многих очень важных ферментов, участвует в активизации процессов дыхания и фотосинтеза, необходимо для синтеза хлорофилла.

Марганец активизирует ферменты процессов дыхания и синтеза органических веществ, принимает участие в превращении азота, участвует и в фоторазложении воды при световой фазе фотосинтеза, регулирует соотношение различных соединений железа в растениях. При недостатке марганца хлорофилл быстро разрушается на свету.

Медь играет важную роль в азотном обмене. В основном сконцентрирована в хлоропластах. При недостатке меди происходит задержка роста растения, снижение скорости синтеза хлорофилла, замедляется поступление бора, цинка, марганца.

Цинк входит в состав ферментов, активизирую-

щих процессы фотосинтеза и дыхания. В присутствии цинка ускоряется поглощение калия, марганца, молибдена. При его дефиците формируются чахлые растения со слабым апикальным доминированием.

Молибден участвует в восстановлении азота.

При его недостатке нарушается азотный обмен, снижается синтез белка.

Бор не входит в состав ни одного фермента, но влияет на скорость ферментных реакций. При недостатке бора наблюдается большая потеря эластичности клеточных стенок, происходит отмирание точек роста корня и стебля, не формируются цветки.

Минеральные удобрения вносятся в почву для повышения или поддержания ее плодородия. Для растений в основном применяют соли химических элементов. В почвенном растворе соли диссоциируют на ионы иначе, чем в искусственно созданном растворе, и могут значительно повлиять на показатель pH субстрата. Корни очень чувствительны к реакции среды, поэтому для успешного культивирования нужно это учитывать.

Необходимые элементы питания поглощаются практически только в ионной форме: азот — как NO_3^- или NH_4^+ , фосфор — как HPO_4^{2-} или H_2PO_4^- , сера — как SO_4^{2-} , молибден — как MoO_4^{2-} , K, Na, Ca, Mg, тяжелые металлы (Fe, Mn, Cu) и цинк — в виде катионов, хлор — в виде аниона, бор, вероятно единственный — в форме борной кислоты. Растения могут поглощать и некоторые низкомолекулярные органические соединения, о чем будет сказано позже.

Следует отметить, что всасывание корнем минеральных веществ возможно только в растворенном виде. Но это не означает, что соли поступают в растение пропорционально поглощенному количеству воды. И не только различные соли, но даже катионы и анионы одной и той же соли поглощаются растением из почвенного раствора с разной скоростью. На поглощение одного иона влияют присутствие других, активизируя или замедляя этот процесс. Так, фосфор способствует поглощению азота, а калий тормозит поглощение кальция.

Из всего сказанного видно, что к применению удобрений в культуре кактусов необходим разум-

ный подход, и насколько важно не передозировать их. Ведь даже при кажущемся благополучии растения в его клетках могут произойти изменения концентрации веществ, кислотности тканевой жидкости. Так, например, при избыточном удобрении подвоём азотом сращивание подвоя с привоем будет происходить очень долго или не будет происходить вовсе...

Для растений важна кислотность, образующаяся при диссоциации солей, кислот и оснований. Показатель реакции среды pH имеет градацию от 1 до 14. За *нейтральную* точку взята реакция воды pH 7. При реакции среды pH от 1 до 7 в растворах преобладают ионы водорода, поэтому такая реакция среды называется *кислой*. Если же показатель реакции среды больше 7 в растворе преобладают ионы гидроксильной группы, и реакция среды — *щелочная*. Величина показателя реакции среды зависит от степени диссоциации вещества (несравнимые соединения не изменяют pH) и от полярности ионов, находящихся в растворе. Ионы сильных кислот (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) изменяют реакцию среды в кислую сторону; ионы щелочных и щелочно-зе-

мельных металлов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) сдвигают реакцию среды в щелочную сторону.

Кактусовод должен знать, в какой местности произрастает данный вид и какая почва преобладает в этой местности. За небольшим исключением мексиканские и североамериканские растения, а также все сильно опущенные виды в природе растут на почвах, богатых кальцием, реакция pH которых около 7,1 и несколько выше; в культуре они испытывают потребность в кальции. Почвы южно-американского континента в большинстве своем имеют кислую или слабокислую реакцию.

Ниже приведен состав нескольких смесей солей питательных элементов, традиционно применяемых в культуре в качестве удобрений:

40 г калия азотнокислого, 25 г калия фосфорнокислого однозамещенного, 15 г суперфосфата 20%-ного, 10 г калия сернокислого, 9 г калия хлористого, 1 г магния сернокислого, — 0,5–1,0 г смеси растворяют в 1 л воды;

40 г калия азотнокислого, 25 г калия фосфорнокислого однозамещенного, 15 г суперфосфата двойного, 1 г магния сер-

нокислого, — 1,0 г смеси растворяют в 1 л воды.

Смеси с повышенным содержанием фосфатов применяют непосредственно перед цветением для лучшего завязывания семян.

Микроэлементная смесь:

В 1 л дистиллированной воды растворяют:

25 мг лития хлористого,

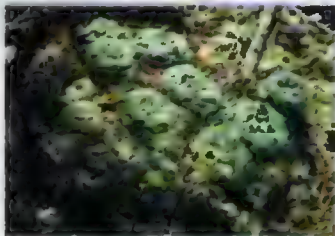
50 мг меди сернокислой,

550 мг борной кислоты,

50 мг цинка сернокислого,

50 мг алюминия сернокислого,

25 мг олова двуххлористого,



*Дермама
Lophophora
williamsii
на бурой
почве*

350 мг магния двуххлористого,

50 мг никеля сернокислого,

50 мг кобальта азотнокислого,

50 мг двуокиси титана,

25 мг калия йодистого,

25 мг калия бромистого —

2,0 мл этого раствора добавляют к 10 л воды.

Использовать удобрение следует только в период активного роста кактусов и не чаще раза в месяц.

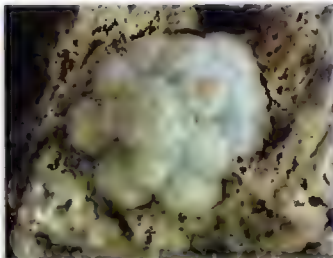
В природе минеральные питательные вещества растения получают прежде всего из почвы. В культуре субстрат помимо минеральных питательных компонентов должен содержать также мел, известняк, гранит, ракушечник, кварцевый песок, перлит, керамзит и т. п.

Основой плодородия почвы являются органические вещества. В боль-

шинстве типов почв основная часть органического вещества представлена разложившимися и полуразложившимися остатками растений, бактерий, грибов и мелких почвенных организмов. Живая биомасса, состоящая из корней, микроорганизмов,

представителей почвенной фауны, составляет в разных почвах приблизительно 2—15% от общего содержания органического вещества. Основная часть органического вещества почвы — *гумус*.

Отметим, что почва — это сложный комплекс, в состав которого помимо минеральных и органических компонентов входит большое разнообразие видов бактерий, грибов, водорослей, простейших, членистоногих, червей и т. д. В большинстве своем все эти организмы соединены симбиотическими связями, взаимно дополняя друг друга. Некоторые бактерии фиксируют азот воздуха; другие виды бактерий и грибы своими ферментами разрушают сложные органические вещества, переводят их в более доступные для растений фульвокислоты, многоатомные спирты, провитамины. Кактусы, в свою очередь, «делятся» продуктами фотосинтеза, некоторыми органическими кислотами, гормонами и витаминами. В культуре, особенно при комнатном содержании растений, подобные симбиотические комплексы в полной мере воссоздать не-



Mammillaria plumosa
в расщелине известняковых скальных пород



«Многоглавый» *Aztekium hintonii*
на гипсовой породе, почти лишенной почвы

возможно, поэтому будет нелишним иногда «облагораживать» субстрат подкормками: янтарной кислотой, ауксинами, мезонизитом, некоторыми водорастворимыми витаминами.

В качестве редкой, но эффективной подкормки органическими удобрениями на бедных почвенных субстратах можно рекомендовать традиционно применяемые рецепты: недельный отстоявшийся и почти прозрачный настой коровьего навоза из расчета 1 часть навоза на 10 ча-

стей воды и недельный настой мелконарубленных злаковых трав, приготовленный в тех же соотношениях. Эффективно также обогащение почвы так называемым биогумусом — продуктом жизнедеятельности красных калифорнийских червей. Даже 10% биогумуса в субстрате позволяет значительно повысить его плодородие. Подкармливать кактусы следует только в период активной вегетации. Причем следует учитывать, что чрезмерное количество азота при не-

достатке фосфора затормозит процессы образования бутонов и цветение.

Естественно, в культуре нет никакой возможности, да и смысла, воссоздавать все многообразие почв, на которых произрастают кактусы в природе. Наоборот, кактусы хорошо отзываются на повышение плодородия почвы.

По виду используемых субстратов способы выращивания растений можно разделить на две большие группы: почвенное выращивание (со множеством вариантов в зависимости от используемого почвенного субстрата) и беспочвенное.

Почвенная культура

Как уже неоднократно говорилось, почва — это комплексная система, состоящая из четырех фаз: твердой (минеральные и органические вещества), жидкой (почвенный раствор), газообразной (почвенный воздух) и живой (почвенные организмы). Все четыре фазы как в отдельности, так и в совокупности очень важны для растения.

Применительно к кактусам почвенный субстрат должен быть достаточно легким по механическому составу, хорошо аэрируемым, иметь сравнительно большую влагоемкость

и показатель реакции pH 4,5–6. Почему? Это прежде всего основывается на строении и функции корня кактуса, так как, во-первых, корневые волоски успешно развиваются только при достаточном количестве кислорода и, во-вторых, кислород стимулирует всасывающую активность (моторику) корня.

Поэтому весь почвенный ком должен пропитываться водой равномерно, и вода не должна застаиваться в посуде, в которую посажены кактусы.

Легкие почвы имеют меньший коэффициент сжатия при высыхании и большую сыпучесть, чем тяжелые. Поэтому при снижении влажности в легких почвах корешки кактусов не травмируются, не рвутся. Искусственные субстраты должны иметь ту же структуру, в противном случае при высыхании земляной ком отходит от стенок горшка с образованием довольно больших щелей, и если учитывать, что основная масса сосущих корешков находится в «пристенной» зоне, то активно действующая часть корневой системы кактуса может понести значительный урон.

В противоположность можно привести в пример растения, не развивающие

в значительной мере корневые волоски и всасывающие влагу непосредственно через клетки эпидермиса молодых корней (например, некоторые виды семейств *Euphorbiaceae* или *Aizoaceae*). При подобной особенности строения корня требуется мелкоструктурная, тяжелая, глинистая почва, хорошо обволакивающая корень.

Зачастую, прочитав в доступной литературе, к примеру, о таком составе субстрата: 2 части листовой земли, 1 часть дерновой, 0,5 части песка, угля и т. д., начинающий любитель кактусов не задумываясь идет в лес, поле, луг, готовит и использует эту смесь, не отдавая себе отчета в том, что компоненты этой смеси могут отличаться не только по механическому, но и по химическому составу и кислотности от компонентов, употребляемых авторами такого рецепта.

За долгое время «общения» с кактусами авторы пришли к выводу, что нет смысла готовить отдельно несколько видов субстрата для растений из разных зон произрастания. Гораздо целесообразнее создать некую «среднюю» смесь и корректиро-



вать ее в зависимости от особенности строения корневой системы и потребностей различных видов. За основу берется листовая земля.

Листовую землю собирают обязательно вне города и в отдалении от автомобильных дорог, так как в листовой пластинке скапливаются тяжелые металлы и шлаки. Опавая, листва более-менее равномерно покрывает землю, однако непосредственно у ствола дерева создаются наиболее благоприятные условия для ее перепревания, и чем больше ствол, тем больший объем листового перегноя можно собрать. Наиболее «желанным» деревом является липа. Не стоит собирать перегной у тополей и дубов, так как листва первых выделяет в почву смолистые вещества и зачастую имеет раковые поражения, а листва вторых богата дубильными веществами, в частности таннинами, отрицательно действующими на рост корней кактусов.

«Средний» субстрат должен иметь слабокислую реакцию. Для корректировки показателя реакции среды в кислую сторону в смесь добавля-

ют млю. а в щелочную — до-
вольно часто рекоменду-
ют известь, мел, ракушеч-
ник, яичную скорлупу.

Однако следует огово-
риться, что подщелачива-
ние почвы слабодиссоци-
руемыми солями каль-
ция приведет к нежелае-
мому результату лишь при
наличии определенного
видового состава почвен-
ной микрофлоры и сформ-
мированной системы поч-
венных капилляров на до-
вольно больших площа-
дях. Малые объемы горш-
ка, как и малая его высо-
та, отсутствие подлинно-
го «промыывания» суб-
страта даже при обильном
поливе, длительный пери-
од образования в субстра-
те почвенных капилляров
и многие другие факторы
отрицательно влияют на
развитие почвенной мик-
рофлоры. Корням с помо-
щью кислых выделений
эпидермальных клеток
приходится самостоя-
тельно воздействовать на
малорастворимые соли,
разрушать их, переводить
в ионную форму. Есте-
ственно, коэффициент усва-
ивания кальция, да и
большинства других эле-
ментов минерального пи-
тания при этом значи-
тельно снижен. В целях
повышения количества
усваиваемых минераль-
ных веществ целесообразно
вносить небольшое ко-

личество минеральных
солей, растворенных в во-
де для полива, в качестве
прикорневой подкормки.

Вернемся к субстрату.

Следует воссоздать
природную почву: облег-
чить ее структуру и не-
сколько обогатить плодо-
родие. Для этого добавля-
ют крупный песок (мел-
кий цементирует суб-
страт), битый кирпич, ке-
рамзит, древесный уголь.
В качестве крупных фрак-
ций можно посоветовать
перлит, хотя его белые
крупинки несколько ино-
родно смотрятся в земля-
ной смеси.

Если хорошо увлаж-
ненную смесь сжать в ку-
лаке, а затем разжать, и
она не будет рассыпаться,
но и не слипнется в
однородный конгломе-
рат, то такой субстрат
пригоден для культиви-
рования кактусов. Ори-
ентировочно можно ска-
зать, что доля наполните-
лей в земляной смеси со-
ставляет 50–70% в зави-
симости от потребностей
растений. Для сеянцев,
растений со слабой кор-
невой системой или рено-
видным корнем субстрат
облегчают, доводя долю
наполнителей до 90%.

Нельзя обойти внима-
нием уже упомянутый
биогурус. В пищевой
трубке червей содержится
огромное количество

азотфиксирующих бактерий, которые проводят огромную «работу» по улавливанию азота и переводу его в органические соединения, причем эти соединения разрушаются в основном под действием кислот, выделяемых молодыми корнями. Таким образом азот воздуха аккумулируется в почве и потребляется растениями по мере развития их всасывающей корневой системы. Биогумус в 50–60 раз эффективнее навоза и компоста.

Биогумус – продукт коммерческий и не застрахован от подделок. Подавляющее большинство «биогумусных» земляных смесей, которые можно увидеть на прилавках магазинов, представляют собой в отдельности или вместе взятые тепличный отработанный грунт, чернозем, перепревший навоз, садовую землю и т. п.

Настоящий биогумус в сухом виде представляет собой мелкогранулярную сыпучую субстанцию серого цвета. В зависимости от фракции величина гранул может достигать 0,5–0,7 мм, однако в процессе упаковки и транспортировки доля пылевидной фракции несколько повышается. Биогумус хорошо смачивается и



Lophophora williamsii
со стержневой корневой
системой требует высокой
посуды

влажным имеет пластичные свойства и черный цвет. Приобретать целесообразнее сухой биогумус и добавлять его по мере надобности в земляные смеси при их приготовлении.

Приготовленную смесь обязательно стерилизуют, так как в заготовленной почве содержится большое количество вредных для кактусов организмов. Стерилизацию в домашних условиях лучше проводить следующим образом: смесь засыпают

в металлическую емкость (ведро, кастрюля, бак) и поливают водой до полного смачивания. Затем емкость закрывают крышкой и ставят в духовку при температуре 100 °C (температуру в начальный момент можно несколько поднять, не опасаясь разрушения большинства органических веществ, так как вода не даст прогреться субстрату более 100 °C, пока не выкипит) на 1,5–2 часа. За это время паром будут убиты живые формы бактерий, грибов и большинства спор. Так же будут уничтожены сорные семена и почвенная микрофауна. Различные способы пропускания пара через субстрат менее эффективны, так как не обеспечивают прогрев всего субстрата.

После стерилизации почвенной смеси дают «отстояться» хотя бы для частичного восстановления почвенной микрофлоры и микрофауны.

Для посадки кактусов используют глиняные или пластмассовые горшочки. Однако из-за пористости глиняных стенок ввиду большей аэрации пристенной части субстрата корни разраста-

ются по периферии горшка, а в центре не занятый земляной ком закисает или засаливается. К тому же подобная посуда сравнительно хрупка.

В настоящее время легкой промышленностью выпускается несколько форм полистироловых и полиэтиленовых горшочков для комнатных растений, однако далеко не каждая модель имеет вставное дно, которое делает ее удобной в эксплуатации, так как всегда есть возможность приподнять земляной ком, контролировать состояние корней и легко бороться с почвенными формами вредителей кактусов.

Когда число экземпляров в коллекции невелико, форма горшков роли не играет. Но если коллекция достаточно большая, то для более плотной расстановки лучше использовать квадратные горшки.

Посуду подбирают соразмерно корневой системе, а не стеблю. Для растений с реповидным корнем горшки берут более узкие, но глубокие, при разветвленной корневой системе — широкие.

Как показывает практика, наиболее удобны



Правильное расположение дренажного, почвенного и мульчирующего (мелкий гравий) слоев

горшочки усеченной формы. Земляной ком без труда выходит из них при легком постукивании. При культивировании растений в цилиндрических горшках кактусоводу придется потрудиться при пересадке кактусов.

Прошли те времена, когда пластмассовые горшочки достать было очень трудно или невозможно, однако до сих пор самодельная посуда, рассчитанная на индивидуальные особенности конкретного растения и его корневой системы, наиболее оптимальна. В самодельных горшочках особенно нуждаются кактусы, имеющие ярко выраженную стержневую кор-

невую систему (*Lophophora* sp.sp., *Coryphantha* sp.sp., *Ariocarpus* sp.sp.), в природе обычно почти полностью засыпанные песком и щебнем, а в культуре имеющие тенденцию к выгибанию (некоторые *Mammillaria*, *Turbincarpus*, *Thelocactus*); и, конечно же, образующие дернины, обильно деткующиеся.

Если горшки уже использовались — их тщательно моют, очищают от земли и паслосний. Это на первый взгляд лишнее мероприятие может оградить кактусы от заболеваний и сэкономить кактусоводу время и нервы.

Обычно пересаживают интенсивно растущие кактусы или, наоборот, отстающие в росте. Первые переваливают, стараясь не нарушить целостность земляного кома. У вторых осматривают корневую систему, удаляют мертвые и пораженные корни.

На дно горшка кладут дренаж из крупных элементов: гравий, кирпич, керамзит. Дренаж можно заменить, проделав в дне пластмассового горшка больше отверстий. Дренаж немного посыпают субстратом, на котором располагают корни растения (нельзя допускать загибания корней вверх)

и засыпают землей до корневой шейки. Субстрат слегка прижимают. Корневую шейку целесообразнее засыпать крупным песком или гравием. После пересадки кактус не поливают два-три дня для того, чтобы подсохли ранки и образовались зачатки новых корней.

При пересадке видов, обладающих мощными или цепкими крючковидными колючками, сте-

бель лучше фиксировать свернутой в трубку и сжатой газетой. Через матерчатые, брезентовые и кожаные рукавицы острые шины проходят. Опытный кактусовод берет любой кактус голыми руками, неприятности доставляют лишь глохидии, обильно вонзающиеся в незащищенные участки кожи. Американский селекционер Людовиг Бербанк, долгое время работавший с опунци-

ями и выведший несколько лишенных глохидий и богатых сахаром сортов, пригодных для силосования и на корм скоту, использовал для вытаскивания глохидий неострую опасную бритву или нож. Проводя перпендикулярно поставленным лезвием вдоль кожи, он удалял большую часть глохидий.

В природе кактусы растут очень медленно. Одной из многочисленных причин этого является небольшое содержание гумуса в почве. Так, для сравнения, в подзолистых почвах нечерноземной зоны количество гумуса достигает 12—15%, в то время как в красно-желтых почвах — редко превышает 5—6%.

В культуре кактусы растут во много раз быстрее. Кактусовод должен видеть ту границу, за которой рост массы растения идет в ущерб его внешнему виду.

Поэтому добиваться максимальной скорости роста путем применения минеральных или органических удобрений просто нецелесообразно. В противном случае растения начнут жировать, у них изменится внешний вид, снизится степень опушения арсол и мощность колючек. Из-за чрезмерного притока питательных веществ запасная ткань может трескаться, что, в свою очередь, делает экземпляр растения малопривлекательным.



*Сеянцы
Gymnocalycium
castellanosii
в возрасте
1 месяца
после двух
пикировок
(1 деление =
1 мм)*

Частая пересадка, желательная для ювенильных форм, не требуется взрослым кактусам. В возрасте 1—3 года их пересаживают один или два раза в год; растения старше 8 лет переваливают в другой горшок раз в 3—5 лет.

В отечественной литературе для обозначения процесса пересадки сеян-

цев зачастую использует-ся термин **пикировка**. Собственно говоря, пикировка в агрономии — это пересадка рассады с прищипыванием (удалением) кончика (никогда до $\frac{1}{3}$ длины) стержневого корня, в результате чего корневая система начинает активно ветвиться. В «кактусоводческой» литературе нигде не упоминается о прищипывании корня, но при пересадке сеянцев неизбежно происходит травмирование корней, и термин «пикировка» оправдывает свое подлинное значение.

В коллекции растения содержатся отдельно в горшках или плошках, либо по несколько кактусов одного вида в одной посуде. Содержание в одной плошке кактусов различных видов, разного размера и формы стебля следует отнести скорее к одному из разделов фито-дизайна, чем к настоящей коллекционированию. Группы неоднотипных кактусов, хотя и выглядят привлекательно, но, во-первых, разные виды требуют разного содержания, и, во-вторых, цветоводу вскоре придется разгруппировывать кактусы, так как некоторые из них

начнут вытягиваться, другие подсыхать, третьи изгибаться и т. д. Совсем другое дело, когда в общиц поддон устанавливаются горшки с растениями и засыпаются каким-нибудь нейтральным субстратом: керамзитом, битым кирпичом, гравием. В данном случае цветовод гораздо оперативнее и практически без нарушения общей композиции группы может изымать экземпляр, заменять его на другой.

Кстати, о поддонах. В коллекциях редко используются отдельные «блюдечки» или кашпо. Горшки и плошки устанавливают на общие поддоны, простейшим видом которых являются различные подносы.

Беспочвенная культура

Переходя к вопросу беспочвенного культивирования, следует отметить, что кактусы с успехом вегетируют на гидропонике, но относиться к гидропонному способу выращивания кактусов стоит не как к альтернативному почвенной культуре, а как к чисто экспериментальному — гидропоника в небольших по размеру коллекциях экономически не оправ-

дана и требует больших трудовых затрат, чего нельзя сказать о гидропонном выращивании растений в больших тепличных хозяйствах. Реальную альтернативу почвенному субстрату может представлять нонитопоника, но об этом позже.

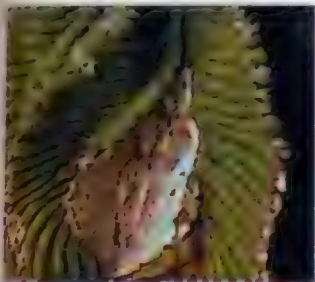
Гидропонная культура. Идея состоит в предоставлении растению всех необходимых веществ, которые корневая система поглощает из почвы. Так как вещества из почвы поглощаются только в растворенном виде, то и при гидропонной культуре растению дают сбалансированный раствор питательных веществ.

Такое выращивание базируется на следующих принципах:

— ввиду того, что кислород воздуха положительно влияет на всасывающую активность корневых волосков, к корням необходимо обеспечить приток воздуха;

— так как воду и питательные вещества поглощают только нежные молодые корни, в зоне их расположения следует создать оптимальные условия увлажнения;

— сосущие корни должны контактировать с питательным раствором



Трещины из-за чрезмерно-го полива на стебле Aztekium ritteri

Водная культура.

В водной культуре хорошо растут многие колонновидные и шаровидные цереусовые кактусы, различные опунциевые, облиственные перескиевые, эпифитные кактусы и им подобные. Этот тип гидропоники можно также использовать для проведения агрохимических опытов.

Контакт между корнями и питательным раствором устанавливают погружением корней на $\frac{1}{3}$ в питательный раствор или периодически обрызгивают корни питательным раствором. Существуют постоянный и проточный способы подачи питательного раствора. В зависимости от способа подбирают или изготавливают посуду для водной культуры.

Самое простое — это банка с затемненными стенками, так как некоторые минеральные соли на

свету разрушаются. При обрызгивании корней используют емкости значительно большего размера. При проточном способе подачи питательного раствора делают поддон из металла (который следует покрыть кислото-щелочестойчивым лаком или эмалью), воющего картона или пергамина. В поддоне обязательно делают сливное отверстие, его можно оградить полимцилиндром — уровень питательного раствора в поддоне будет зависеть от высоты этого цилиндра.

Для того, чтобы кактусы из почвенной культуры перевести на гидропонику, их корневую систему замачивают, тщательно освобождают от субстрата, стараясь не повредить корни. Во избежание загнивания ранок корни подсушивают.

В простейшем случае в куске пенопласта или

другого материала, подобного по размеру банки или поддона, делают одно или несколько отверстий, куда пропускают корни и фиксируют корневую шейку. Первоначально в емкость на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ от объема заливают питательный раствор, разбавленный вдвое, а когда появятся зачатки молодых корней, примерно через 5—10 дней, заливают раствор нормальной концентрации.

Питательный раствор готовят, растворяя 1,15 г нитрата аммония, 1,5 г нитрата кальция, 0,3 г калия фосфорнокислого двузамещенного, 0,1 г нитрата натрия, 0,15 г сульфата магния в 1 л дистиллированной или дважды прокипяченной воды. Отдельно готовят смесь микроэлементов. Растворы смешивают непосредственно перед применением. Можно использовать промышленные смеси комплексных удобрений «К» 0,5 г/л или «Вито» — 10 мл/л с добавлением 1 г суперфосфата и 5—10 г сернокислого железа на 1 л раствора.

При этом непреложным правилом является контроль за кислотностью раствора, особенно в пери-

од интенсивного роста. Растворы с нарушенным показателем pH лучше всего заменять на новые, но если таковых под рукой не окажется, то реакцию питательного раствора на короткое время корректируют добавлением азотной (по каплям) или лимонной кислоты.

На зиму раствор снижают, корни просушивают и растения содержат при температуре выше положительной на 3–5 °C, а зимовку несколько сокращают. Заливать раствор весной начинают опять-таки с половинной концентрации. В период усиленной вегетации питательный раствор меняют раз в 10–15 дней. В период летней стагнации концентрацию и объем раствора снижают.

Одним из отрицательных качеств водной культуры является невозможность надежно закрепить растения над питательным раствором, поэтому расположение корней в нейтральном хорошо водо- и воздухопроницаемом субстрате – логическое решение этой проблемы.

Гравийная культура.

В качестве субстрата применяют: гравий, крупный

песок, гранитную или базальтовую крошку, кирпич, древесный уголь, керамзит, перлит и тому подобное. С большой долей осторожности следует относиться к таким популярным в гидропонной культуре других растений субстратам, как торф и сфагнум.

В качестве посуды используют горшки, установленные в кашпо и поддоны.

Все ингредиенты, содержащие соли кальция, обрабатывают серной или

днe, но и в стенках. Корни располагают в субстрате равномерно и горшочек помещают в кашпо или поддон с питательным раствором, который должен покрывать не более $\frac{1}{4}$ высоты горшочка. По мере роста корней и выхода их за пределы горшочка уровень питательного раствора снижают: в норме он должен на 5–10 мм не доходить до дна горшочка. Добавлять питательный раствор можно путем пролива его через



*Brasiliacetus
haselbergii*

азотной кислотой, затем тщательно промывают. При невозможности максимального удаления кальциевых солей из субстрата от него следует отказаться. Диаметр крошки подбирают в зависимости от возраста растения и состояния корней, от 1–3 до 5 мм. Показатель pH должен быть около 7.

Горшочки для гравия лучше использовать пластмассовые, просверлив отверстия не только в

субстрат либо прямо в поддон или кашпо. При расположении горшочков в поддонах (что гораздо удобнее) сначала в поддон насыпают некоторое количество субстрата, на который устанавливают горшочки. Таким образом создается «приподнятость» основной массы корней над питательным раствором, налитым в поддон.

Перевод растений на гравийную гидропонику

осуществляется уже описанным способом. На зиму раствор сливают, субстрат проливают несколько раз чистой водой и сушат.

Весной после зимовки в первый раз растения поливают теплой водой при температуре 40–50 °C без солей, а недели через две в хорошую солнечную погоду — наполовину разбавленным питательным раствором, когда же апекс кактуса начнет расти — раствором с полной концентрацией солей. В один из первых поливов раствором с полной концентрацией солей кактусы следует подкормить поливитаминами (в среднем 1 таблетка или драже на 5–10 л раствора) или витаминами группы В (1 мг/л).

В жаркое время следует учитывать то, что раствор испаряется более интенсивно. Один-два раза за вегетационный сезон горшки вынимают из поддона, кашпо или кюветы, которые моют и очищают от солевых отложений, а субстрат в горшке несколько раз проливают дистиллированной или кипяченой водой.

Разновидностью субстратной культуры является посадка кактусов в питательный горф типа «Фиалка». При этом отмытые от почвы корни

оборачивают увлажненным горфом и помещают в горшок. Торф не должен пересыхать, так как это приводит к разрыву корней; полив лучше производить снизу из поддона, а во избежание защелачивания торф изредка проливают раствором щавелевой кислоты (соли щавелевой кислоты оксалаты, почти все нерастворимы и не поглощаются корнями). Замену торфа производят через 1–2 года.

Обыкновенный торф как биологический продукт имеет широкий разброс физико-химических показателей, поэтому используют только верховой торф при кислотности не более pH 5,5. Для выращивания в горфе можно порекомендовать высокодекоративные эпифитные виды кактусов тропических лесов.

Ионитопоника. Зародившаяся полтора-два десятилетия тому назад методика выращивания растений на ионообменных материалах медленно, но уверенно пробивает себе дорогу в жизнь. Первоначально основанная на вторичном применении ионообменных смол, эта культура может составить конкуренцию почвенной — все зависит от экономических, финансовых показате-

телей и сложностей, возникающих с желанием приобрести ионообменные субстраты.

Идея ионитопонной культуры проста: объединение в искусственном (в полном смысле этого слова) субстрате свойств почвенной и гидропонной культуры.

В качестве субстрата применяют ионитные смолы, волокнистые материалы, блоки и гранулы пенополиуретана. Ионообменные субстраты способны удерживать все питательные элементы, постепенно отдавая их при непосредственном контакте с корневыми волосками и поглощая продукты метаболизма, выделяемые в субстрат последними, т. е. питательные вещества субстрата поступают в растения по мере надобности, а выделения корней надежно фиксируются ионообменным субстратом.

В качестве посуды в ионитопонике используются традиционные горшки. Субстрат вначале «заряжают», замачивая его в смесях макро- и микроэлементов. Не лишним будет замочить некоторую часть субстрата в пастое биогумуса или плодородной почвы, есте-

Figure 1

Figure 1

Figure 1

Figure 1

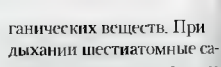
Figure 1

щаемого растениями из атмосферы. У суккулен-

щаемого растениями из атмосферы. У суккулен-

щаемого растениями из атмосферы. У суккулен-

ганических веществ. При
дыхании шестиатомные са-



ганических веществ. При
дыхании шестиатомные са-

ганических веществ. При
дыхании шестиатомные са-



*Neobesseyia
weissmanii*

Удивительно, но кактусы действительно «автономные» организмы — они практически не выделяют в атмосферу углекислый газ и используют в ходе дыхания гораздо меньше атмосферного кислорода, чем мезофитные растения.

Кислород использует не только при дыхании, он необходим кор-

ням, так как регулирует процессы поглощения почвенной влаги. Воздух проникает в почву благодаря особенностям ее строения — наличию пор и капилляров. При смачивании капилляры заполняются водой и сохраняют ее долгое время. Более крупные поры обычно заполнены воздухом и при смачивании лишь на ко-

роткое время заполняются водой.

Каждый, кто пересаживал кактусы из глиняного горшка, видел, насколько интенсивнее развивается корневая система в пристенной зоне, где через пористые стенки горшка обеспечивается максимальный приток воздуха.

Легкие почвы имеют большую пористость и воздухопроводность, тяжелые — большую капиллярность и влагоемкость. Создавая в культуре искусственные субстраты, кактусовод объединяет свойства тяжелых и легких почв. Мелкая капиллярная структура сохраняется в комочках плодородных почв, а крупная пористость обеспечивается за счет механических фракций. Как показывает практика, такое сочетание для кактусов предпочтительнее.

Начинающий кактусовод иногда допускает ошибку — он старается как можно мельче просеять субстрат для посева семян и даже взрослых растений. Кажущаяся легкость и пушистость такого субстрата обернется его чрезмерным уплотнением при поливе. В мелко просеянном субстрате разрушена большая часть внутрикомковых капилляров, а отсутст-

вие крупных механических фракций не позволяет образоваться достаточному количеству почвенных пор. Субстрат оказывается чрезвычайно тяжелым, плотным, его смачиваемость при верхнем поливе снижается. Нижний полив такого субстрата приведет к полному насыщению его водой, выпотеванию солей и закисанию почвы.

В природе легкие почвы благодаря активности почвенной фауны могут вентилироваться на сравнительно большие глубины — более 1,5 м. Из них легко удаляются углекислый газ и газообразные продукты метаболизма почвенной биомассы.

В культуре наблюдается другая картина. В ходе установления биологического равновесия во вновь составленном субстрате из карбонатов активно выделяется углекислый газ, который, будучи тяжелее

воздуха, при отсутствии вентиляции скапливается между горшками. В результате концентрация двуокиси углерода непосредственно около растений становится несколько выше. Повышается количество углекислого газа и в субстратном воздухе, что ведет к торможению процессов поглощения воды и питательных веществ. Поэтому теплицы необходимо проветривать, создавать ток воздуха путем активного вентилирования или приподнимать растения над полом на стеллажах.

Другой причиной использования для какту-

сов легких субстратов является лучшая их воздухопроводность. В пластмассовых горшках при правильно составленном субстрате корни равномерно пронизывают весь его объем. Чтобы избежать локализации корней в пристенной зоне при использовании глиняных горшков, можно рекомендовать заполнение межгоршечного пространства крупным песком, битым кирпичом, мелким или битым керамзитом с целью снижения интенсивности вентиляции в пристенной зоне.

Кактусы менее требовательны к составу атмосферного воздуха, чем большинство мезофитных растений. Однако в результате многих экспериментов было установлено, что пары таких органических растворителей, как ацетон, дихлорэтан, продукты переработки нефти, оказывают отрицательное воздействие на кактусы, прежде всего растворяя восковидный кутикулярный слой и обезжиривая клеточные стенки. Пары этилена и

этилового спирта являются причиной хлороза и отмирания участков эпидермиса и водозапасающей паренхимы, что в свою очередь ведет к гибели всего растения.

Замечено, что кактусы выдерживают значительные концентрации паров тяжелых металлов (свинец, ртуть и др.) и инактивируют их ионы в густой цитоплазме путем связывания в сложные соединения.

Вода является неотъемлемым компонентом жизнедеятельности всех живых организмов. Она входит в состав веществ, активизирует или тормозит физиологические процессы, растворяет питательные вещества, поддер-

живает форму клеток и всего растения. Даже в семенах, находящихся в воздушно-сухом состоянии, количество воды достигает 12% от массы семени.

В цитоплазме содержится гораздо меньше воды, чем в почвенном рас-

творе. Сама клеточная стенка корневого волоска представляет собой полупроницаемую мембрану. Вода и некоторые низкомолекулярные вещества способны проходить через нее, и молекулы воды, выравнивая концентрацию,

стремятся проникнуть внутрь клетки. Интенсивность осмоса поступления воды и низкомолекулярных веществ в корневые волоски — определяется, прежде всего, количеством влаги в почве.

Для выравнивания концентраций между почвенным раствором и цитоплазмой требуется количество воды, во много раз превышающее объем клетки. Естественно, что безгранично увеличиваться в объеме клетка не в состоянии, этому препятствуют клеточные стенки, которые, стремясь сократиться, выталкивают воду, и возникает давление, обратное осмотическому. Это давление называется тургорным давлением, или **тургором**. Тургорное давление поддерживает форму клетки, да и всего растения. При снижении тургора растение оседает, сморщивается.

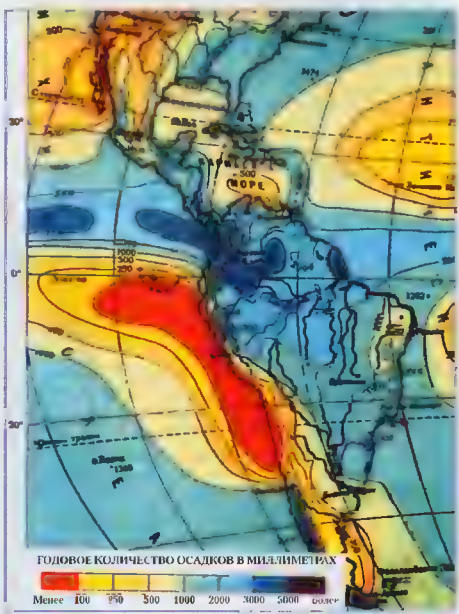
В основном под действием осмоса вода и питательные вещества проникают в корневой волосок, разжикают его цитоплазму, которая становится более обводненной по сравнению с цитоплазмой соседних клеток. На границе двух клеток опять возникает осмотический перенос молекул воды. До центрального цилиндра корня вода в основном

передвигается по закону осмоса, в центральном цилиндре она движется вверх по сосудам флоэмы благодаря корневому давлению, коллоидным свойствам межклеточной жидкости и незначительной транспирации воды через устьичные щели

Всасывание воды корнем — основной путь проникновения ее в растительный организм. Однако кактусы поглощают во-



ду не только корнем. Колбочки и опушение имеют капиллярную структуру. Мельчайшие капельки водяного тумана, попадая на них, благодаря силам поверхностного натяжения проникают через капилляры в ткань и осмотическим путем поглощаются клетками. При длительном отсутствии осадков



Карта годового количества осадков

тончайшие волоски впитывают водный конденсат, выпадающий в виде росы при суточных перепадах температуры, и даже незначительное количество водяных паров из воздуха.

Большинство представителей семейства приспособились к жизни в засушливых условиях, большую часть года кактусы испытывают дефицит во влаге и, следовательно, в питательных веществах, которые они получают в растворенном виде.

Казалось бы, кактусы должны обезводиться и засохнуть в аридных условиях. Как же удерживают они ту воду, которая поступила в стебель?

Во-первых, у растений с C_4 -типом метаболизма, и в том числе с крахмало-вым, устьичные щели днем закрыты и процесс испарения воды через них происходит в ночные часы. Да и при относительно низкой температуре воздуха ночью вода испаряется гораздо медленнее.

Во-вторых, кактусы покрыты восковидной кутикулой, которая препятствует чрезмерному прогреву стебля и испарению воды с его поверхности.

В-третьих, испарившаяся при транспирации во-

да, частично попадая на опушение и колючки, ими же и поглощается.

В-четвертых, в природе запасающая ткань кактуса имеет мелкоклеточное строение (в культуре, тем более комнатной, размер клеток значительно крупнее). Клетки имеют густую слизеподобную цитоплазму. Проникая в клетки, вода вступает в физико-химическую связь с органическими веществами цитоплазмы, образуя коллоидные растворы. У суккулентных растений цитоплазма имеет очень густую консистенцию, что является защитной реакцией на высокие температуры окружающей среды. Таким образом, той максимальной суточной температуры воздуха, которая бывает в местах произрастания кактусов, оказывается недостаточно для выпаривания воды из коллоидного раствора цитоплазмы клеток.

Но несмотря на это растения подсыхают, стебли столбовидных, древовидных и кустовидных кактусов уменьшаются в диаметре, растения с цилиндрическими и шаровидными стеблями укорачиваются, а мелкие формы вообще могут «уходить» в грунт. Все-таки клетка теряет значительную часть свободной

воды. В результате опытов, в ходе которых использовались меченые изотопы кислорода, выяснилось: кактусы при наступлении засушливого периода теряют в виде испарений всего лишь 3—11% имеющейся в тканях влаги. Остальная ее часть вступает в различные химические реакции и связывается с органическими соединениями.

Не стоит забывать, что процессы фотосинтеза и дыхания хотя медленно, но все-таки идут и в засушливые сезоны, когда растения находятся в состоянии ростовой стагнации. В ходе фотосинтеза в это время используется вода, ранее запасенная в химических связях и выделенная в чистом виде при дыхании и других реакциях *диссимиляции* (разложения веществ в клетке). Наиболее богаты химически связанной водой жиры и углеводы, которые запасаются и сохраняются в виде крахмала и сложных сахаров.

От чего зависит степень поглощения и удержания воды в клетках запасающей ткани? Прежде всего, от химического состава клеточного коллоида. Во-вторых, от эпидермальных покровов, препятствующих чрезмерной транспирации. В-третьих,

от мелкоячеистой структуры водозапасающей ткани и распределения малых порций воды в большом количестве клеток. Вчетвертых, от неравномерности прогрева стебля, благодаря чему образовавшиеся в проводящих тканях пары воды конденсируются внутри стебля, в менее прогретой его части.

И, конечно же, благодаря C_4 -типу фотосинтеза, в результате которого вода вступает в химические реакции и фиксируется в молекулах органических веществ в виде H^+ и OH радикалов.

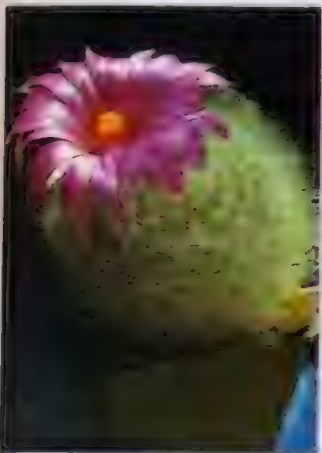
Вернемся к почвенному раствору. По физико-химическим свойствам он

сильно отличается от обычного раствора минеральных и органических веществ в пробирке. В основе почвенного раствора лежат микроскопические коллоидные частицы величиной $0,0001 - 0,02$ нм. Количество коллоидных частиц в разных почвах колеблется от 1—2 до 30—40% от массы почвы. Коллоидные частицы могут быть минерального, органического и минерально-органического состава. Тем, кто захочет более детально изучить свойства почвенных коллоидов, следует обратиться к специальной литературе. В рамках же этой книги стоит отметить, что коллоид-

ная частица проявляет не только свойства тех химических элементов, из которых она состоит, но и собственные, характерные для нее как для структурного образования. Например, коллоидная частица притягивает молекулы воды и может довольно долго удерживать их.

От почвенного коллоида зависит **буферность почвы** — свойство поддерживать неизменной величину показателя реакции среды при изменении концентрации почвенного раствора, накапливать определенное количество отрицательно или положительно заряженных ионов

Буферность важна и для искусственных субстратов. Благодаря ей в субстрат можно вводить определенные количества минеральных веществ без риска защелачивания или закисания почвы, не происходит резкого изменения реакции среды при поступлении в растение тех или иных ионов из почвы. Конечно же, буферность не безгранична, и при избыточной концентрации свободных ионов происходит перенасыщение коллоидов, т. е. подкисление или подще-



*Krainzia
guelzowiana*

лачивание почвенного раствора.

К сожалению, при составлении почвенных субстратов происходит неизбежное разрушение структуры почвы, снижаются ее буферные свойства. Восстановление почвенной структуры - процесс довольно длительный и, учитывая экономный водный режим, при котором обычно содержится кактусы, идет порой не один год. Если же учитывать, что до пятилетнего возраста большинство экзотических растений из-за активного роста пересаживают как минимум раз в год, о восстановлении структуры в

почвенном субстрате не может быть и речи. Выход из этого положения - использование легких субстратов с большой долей крупной нейтральной фракции. Хотя подобный прием и не повысит буферность, так как не произойдет реального восстановления почвенной структуры, но позволит быстро удалить нежелательные ионы из субстрата при поливе.

Сама по себе вода в почве находится как минимум в шести формах.

— Химически связанная вода в виде частей молекул.

— Физически связанная вода (с коллоидными частицами и некоторыми веществами).

Пленочная вода, благодаря силам поверхностного натяжения пленочкой покрывающая смачиваемые частицы почвы.

Капиллярная вода, проникающая опять-таки благодаря силам поверхностного натяжения сверху или снизу в капилляры почвенных комочков и долгое время задерживающаяся там.

Вода пор, заполняющая крупные поры при смачивании и покидающая их при проветривании почвенных комочков.

Газообразная вода, образующаяся в порах при испарении влаги; может сорбироваться как элементами почвенного поглощающего комплекса, так и покидать почву в виде пара.

В природе в период засухи кактусы (за исключением тропических эуфитных видов) получают довольно скудное количество влаги, в основном скопированной вследствие суточных перепадов температур. Но вот прошли дожди, порой очень сильные, почва пропиталась водой, и кактусы активно поглоща-

ют ее вместе с растворенными минеральными и органическими веществами, начинают расти, цвести, плодоносить.

Однако не вся вода в одинаковой мере доступна корням растений. Об этом кактусовод должен помнить, чтобы не залить и не пересушить (что гораздо труднее) чрезмерно своих питомцев.

По способу попадания в субстрат воду можно разделить на гравитационную, проникающую сверху (в культуре — при поливе сверху), и капиллярную, поднимающуюся по порам и капиллярам снизу

(при поливе снизу из поддона). Благодаря высокой концентрации раствора цитоплазмы корневых волосков кактусы частично могут поглощать воду, гонимой пленочкой покрывающей элементы почвы.

Причем, когда в субстрате остается только пленочная вода, корневые волоски развивают огромную всасывающую способность, и если в этот период произвести полив, то поглощение воды пройдет



Грамотная агротехника способствует обильному цветению и формированию «качественных» колючек:

- 1 *Gobivia arachnoides* v. *torresii-lasensis*;
2 *Gymnocaulium cardosianum*

поглощают воду, минеральные вещества и то незначительное количество низкомолекулярных органических веществ, молекулы которых способны пройти сквозь клеточную стенку корневых волосков. Мелкие клетки запасающей ткани, апикальной меристемы напитаются водой и растягиваются — кактус значительно увеличится в размерах. Через 7–10 дней в субстрате в прикорневой зоне накопится некоторое количество почвенных микроорганизмов, которые, вступая в симбиотическую связь с корнями, обогатят субстрат легкоусваиваемыми органическими соединениями.

гораздо быстрее. Вот почему поливать кактусы следует после полного высыхания субстрата, но довольно обильно, так, чтобы промочить весь земляной ком и заполнить поры и капилляры.

Здесь стоит остановиться на традиционном способе водного режима сеянцев при их пересадке. Он заключается в полном высушивании субстрата у молодых растений, которые кактусовод хочет пересадить. В результате в растительных тканях образуется большое количество новых мелких кле-

ток, вода вступает в химические связи, растения сильно оседают и сморщиваются. То есть в культуре воссоздаются условия, очень похожие на природные в период летней сакнации.

При пересадке кактусовод полностью удаляет субстрат с корней, осматривает корневую систему и обрезает засохшие корни. Сеянцы высаживают в относительно (!) влажный субстрат, имитируя начало сезона дождей. В результате на корнях образуются новые сосущие корешки, которые активно

Полив кактусов. При поливе требуется знать величину показателя pH используемой для полива воды. Слабощелочную реакцию дают прежде всего растворимые соли кальция и магния. Для большинства кактусов североамериканского континента такая вода предпочтительнее. Для центрально- и южноамериканских растений воду придется смягчить или подкислить, так как в противном случае в субстрате при его сравни-

тельно низкой буферности будут накапливаться положительные ионы, что приведет к защелачиванию и, в свою очередь, поражению корневой системы патогенными грибами, отмиранию корней, хлорозу и г. п.

Как уже говорилось в предыдущей главе, временную жесткость удаляют кипячением, переводя в осадок растворимые бикарбонаты кальция и магния. Величину постоянной жесткости можно снизить, осаждая сульфаты кальция и магния щавелевой кислотой.

При применении щавелевой кислоты сначала следует определить ее допустимое количество, лишние оксалат-ионы (щавелевой кислоты) в поливной воде нежелательны. Щавелевая кислота в чистом виде представляет собой белые кристаллы. В растительных клетках она образуется как продукт обмена веществ и откладывается в виде кристаллов. При внесении в субстрат щавелевой кислоты оксалат-ионы связывают ионы кальция, магния, железа и других металлов в нерастворимые соли. Поэтому необходимо оттит-

ровать то количество щавелевой кислоты, которое можно добавлять в поливную воду.

Для этого в 1 л воды постепенно добавляют заранее подготовленные 5 мг навески щавелевой кислоты, проверяя с помощью индикаторной бумаги показатель pH раствора. Соединяясь с кальцием и магнием, оксалат-ионы высвобождают карбонат- и сульфат-ионы. Первые присоединяют водород, разлагаются до углекислого газа и воды и практически не влияют на величину pH раствора. Вторые, будучи кислотным остатком сильной кислоты, несколько снижают показатель pH. В разных регионах вода имеет различную степень жесткости, однако освобожденные сульфат-ионы редко подкисляют воду до величины менее pH 6. Обычно, когда реакция среды становится ниже pH 6,5–6, в растворе начинают накапливаться свободные оксалат-ионы. Следует запомнить количество внесенной в 1 л воды щавелевой кислоты и, несколько снизив его, повторять опыт 2–3 раза до тех пор, пока величина pH не установится на уровне 6–6,5. После этого рассчитывают среднюю дозу щавелевой кислоты,

необходимую для осаждения из воды кальция и магния.

Если же нужно сохранить кальций и магний в растворенном виде, а эти соли наиболее желательны для сильно опушенных видов, то воду подкисляют азотной, соляной либо лимонной кислотой.

Серную кислоту для этого не используют во избежание закисления субстрата сульфат-ионами; большинство кактусов поглощают серу в очень незначительных количествах.

Для подщелачивания воды традиционно используют гашеную известь, мел. Так как большинство карбонатов слаборастворимы, их следует «настаивать» и в поливную воду добавлять некоторое количество «настоя», а не осадка.

Самой же благоприятной водой для полива активно вететирующих кактусов является вода, в которой сложилось определенное сообщество микроорганизмов, налажено стабильное соотношение между органическими и минеральными веществами, имеется устойчивый окислительно-восстановительный (*red-ox*) потенциал, определяющий буферность раствора.

Наиболее доступная — отстоявшаяся вода из аквариума, с которой по энергетической активности может сравниться только вода, активизированная магнитным полем.

Аквариумная вода должна удовлетворять тем же требованиям, что и любая поливная вода: слабкокислая реакция, не-

большая концентрация солей кальция и магния, к тому же она не должна иметь затхлого, гнилостного запаха (пригодная для полива аквариумная вода пахнет свежей травой), она должна быть прозрачной, бесцветной или чуть желтоватой. Добиться этого можно, применяя в аквариуме без-

кальцидный грунт и выращивая растения, поглощающие кальций (например некоторые *Echinodorus* sp.sp.). Воду из аквариума берут раз в 7–10 дней, но не более $\frac{1}{3}$ от общего объема аквариума.

После зимнего периода покоя с наступлением весенних солнечных дней (для московского региона начало — середина апреля) кактусы можно «опаривать» — помещать в теплицу емкостью с кипящей водой. Начинать полив кактусов следует лишь при обнаружении видимого роста аникальной точки стебля.

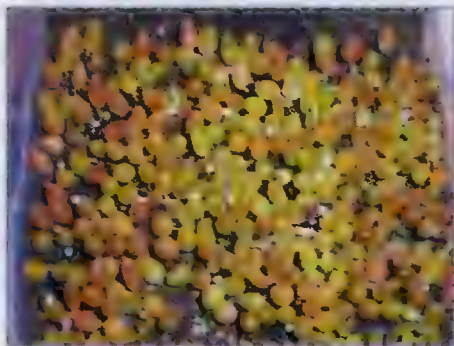
Не следует стимулировать пробуждение вегетационной активности обильным поливом — корневая система еще не готова поглотить эту воду. Обычно делают точечный полив по углам горшочка и лишь при наступлении действительно теплой погоды производят обильный полив растений.

Требования к влаге растений различных возрастных категорий не одинаковы. Если сеянцы и молодые экземпляры с целью достижения большей интенсивности роста можно поливать обильно и часто, то взрослые, сформировавшиеся растения следует содержать гораздо суше.

Поливать кактусы следует при полном высыхании субстрата, а не по какому-то намеченному графику. Причем степень высыхания субстрата в различных горшках чаще всего не одинакова. Здесь следует помнить,

что пересушить кактусы гораздо лучше, чем залить. Полив целесообраз-

нее проводить вечером, в это время начинают открываться устьичные ще-



Сеянцы астрофитумов в возрасте 1 месяца

ли и усиливается процесс транспирации.

При поливе важно полностью промочить субстрат, иначе вода просто стечет по внутренней стенке горшочка. В случае полива сверху для равномерного промачивания земляного кома кактусы поливают 2–3 раза подряд — как правило, поливают от первого до последнего растения в поддоне или в коллекции, а затем опять возвращаются к первому. Воду из поддона затем сливают. Эта методика обеспечивает промывание субстрата от продуктов выделения корней. Скопление таких веществ в маленьком объеме горшка и невозможность их диффузии, особенно при применении тяжелых субстратов, может стать причиной снижения всасывающей активности корней и как проявление этого стагнации ростовых процессов.

В период активной вегетации можно пропитывать субстрат снизу, из поддона. Этим можно добиться максимального заполнения водой почвенных капилляров и более равномерного распределения в субстрате некоторых минеральных солей.

Полив снизу имеет и минус — накопившиеся в поддоне соли «возвращаются» с водой и затем «выпотевают» на корневой шейке и поверхности субстрата. При поливе снизу степень насыщения субстрата водой определяют по распыляющимся по поверхности субстрата темным пятнам. Лишнюю воду из поддона удаляют.

Что касается опрыскивания, то следует учитывать, что сама по себе эта процедура, проведенная в вечерние часы или при пасмурной погоде, вреда не приносит. Но, попадая на опушение, капельки воды сваливают его, оно желтеет и сереет — растение теряет красоту и привлекательность. Поэтому при опрыскивании кактусов нужно добиться наиболее мелкого распыления воды. Опрыскивают горячей водой (55–60 °C).

Повышать влажность в теплице лучше всего не опрыскиванием, а испарением воды. Для этого используют энергию Солнца, наливая воду в пластиковые поддоны или, как уже упоминалось, помещая в теплицу емкость с кипятком. Испаряющаяся вода повышает влажность воздуха в теплице, и красота опушения кактусов не будет испорчена.

Использование ростовых веществ

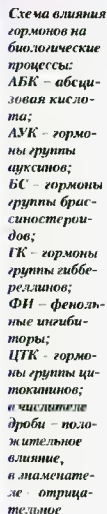
Кактусы активно вегетируют или находятся в состоянии стагнации. Эти и многие другие физиологические процессы не происходят спонтанно. Даже простейшие реакции в живой клетке отличны от аналогичных реакций в пробирке. В биохимических реакциях обязательно участвуют **ферменты** — белки, регулирующие обменные процессы веществ и энергии, являющиеся биологическими катализаторами.

Концентрация ферментов в клетке не находится на постоянном уровне — она прежде всего зависит от веществ, с которыми ферменты вступают в реакции. Вещество, на которое воздействует фермент, именуется **субстратом**. Соотношение ферментов в фермент-субстратном комплексе изменяется во времени.

Что же ускоряет синтез ферментов при поступлении в клетку веществ-субстратов и что тормозит его, инактивирует или разрушает ферменты при завершении обменных реакций? Ответ напрашивается сам собой: в клетке должны вырабатываться вещества-регуляторы синтеза ферментов. Это могут быть сложные вещества, даже

1. Фитогормоны, синтезируемые растениями и транспортируемые из мест синтеза на довольно значительные расстояния в

В 1928 году в биологических гестах из верхушек проростков злаков Ф. Вент извлек вещество, стимулирующее рост клеток. Задолго до этого на вероятность его существования указывали наблюдения Ч. Дарвина и других авторов, в особенно-



сти Н. Холодного. Несколько позже Кегль выделил из нескольких сот литров мочи 250 мг чистого кристаллического стимулятора роста и назвал его **ауксином**. Затем из солода и кукурузного масла была выделена ауксиновая кислота, а из культуры

плесневых грибов и других микроорганизмов — гетероауксин, обладающий лишь половинной активностью ауксина. Таким образом, была открыта и постоянно пополняется линия гормонов ауксинового действия.

Ауксины синтезируются в апикальной меристематической ткани в верхушке стебля и кор-

ня — и отсюда разносятся по всему растению. Движение этих гормонов всегда протекает по теневой стороне стебля, поэтому концентрация ауксинов там выше, чем на освещенной стороне, а так как ауксины стимулируют растяжение и деление клеток, ткани на теневой части стебля растягиваются.

В природе или при содержании кактусов в уличных теплицах и парниках стебель кактуса облучается практически со всех сторон благодаря дневной траектории передвижения солнца по небосклону. В условиях комнатного содержания кактусы, обращенные постоянно одной стороной к солнцу, изгибаются, теряют свою симметричную форму — именно током ауксинов по теневой стороне стебля объясняется его положительный фототропизм.

Начинающий кактусовод порой, наслушавшись «дельных» советов, превращает своих питомцев в кривобоких уродцев. Нет ничего страшного и вредного для кактусов, если их периодически поворачивать теневой стороной к источнику естественного освещения. Однако следует

помнить, что, во-первых, теневая сторона стебля «отвыкла» от прямого солнца, ввиду чего повернутые растения вначале нуждаются в притенении. Во-вторых, кактусы не следует поворачивать при росте бутонов и в момент цветения, так как цветочный побег ориентирован как раз по солнцу и при нарушении его ориентации могут произойти срывы в физиологических процессах, что, в свою очередь, приведет либо к перерождению цветочного побега в вегетативный (дстку), либо к быстрому увяданию цветка, худшему опылению и плодоношению. При заметном изгибе стебля представляется разумным менять ориентацию растения раз в году — при установке на зимовку или весенней расстановке кактусов.

Наиболее доступным гормоном ауксинового ряда является уже упомянутый **гетероауксин** или индолилуксусная кислота (ИУК). В чистом виде ИУК представляет собой белое кристаллическое вещество, розовеющее на свету. ИУК ме-

нее эффективна, чем ауксин, но в клетках ее содержится гораздо больше. Для успешного синтеза ИУК растительная клетка должна получить необходимое количество кислорода, света и благоприятную температуру. Избыточное количество

ультрафиолетовых лучей снижает концентрацию ИУК.

Функции ИУК разнообразны и основаны на способности этого гормона стимулировать деление клеток и активизировать процессы поглощения воды.

У растительных организмов нет такого разнообразия и специализации гормонов, как у животных. лимитирующим и регулирующим фактором их действия на физиологические процессы является, прежде всего, их концентрация в клетках.

Корни более чувствительны к содержанию ИУК, хотя дают меньший прирост, чем стебель. Сравнительно большие концентрации ауксина в верхушках побегов и корей обуславливают подавление роста меристемы боковых почек-ареол и тормозят ветвление корня. Такой эффект именуется **апикальное доминирование**.

Апикальное доминирование носит приспособительный характер как ответная реакция растительного организма на условия внешней среды и закрепляется в генах. Одним из способов снятия такого эффекта у трудно деткующих кактусов, применяемым при вегетативном размножении, является удаление апикальной меристемы стебля.

В основном ауксины используют для стимуляции образования придаточных корней у черенков. В продаже имеется химически чистый гетероауксин и его калиевая соль, которая имеет более низ-

кую активность по сравнению с ИУК.

Применяя гетероауксинкалийевую соль, следует учитывать степень лигнификации древесной ткани центрального цилиндра черенков в месте среза: черенки с одревесневшим камбиальным кольцом замачивают в водном растворе гетероауксинкалийевой соли при концентрации 200–250 мг/л в течение 16–24 часов; полуодревесневшие — 150–200 мг/л в течение 12 часов; мякные, травянистые — 50–70 мг/л — в течение 6–8 часов. Замачивание про-

изводят при температуре около 20 °С при рассеянном неярком свете, полумраке, что стимулирует открытие устьиц и повышает проницаемость раствора в проводящие ткани центрального цилиндра черенков за счет увеличения транспирации воды. Для замачивания семян используют раствор гетероауксинкалийевой соли из расчета 70 мг/л в течение 6–8 часов при 20–22 °С.

При пересадке кактусов, когда приходится удалять значительное количе-



Кактусы рода Astrophytum при нормальном развитии никогда не деткуются

ство больных или мертвых корней, корнеобразование можно стимулировать корневыми ваннами путем погружения растения по корневую шейку в раствор гетероауксиникарбонной соли из расчета 150 мг/л на 24 часа. В случае использования химически чистого гетероауксина приведенные концентрации растворов снижают на 30—40%.

По результатам экспериментов было установлено, что обработка кактусов раствором ИУК при концентрации 10—100 мг/л повышает скорость всасывания воды в 2—3 раза. А при замачивании семян в растворе с концентрацией 40—50 мг/л ИУК повышается их всхожесть.

Другими стимулирующими фитогормонами являются *гиббереллины*. В 1926 году Е. Куросава выделил из культуры гриба *Gibberella fujikuroi* вещество, стимулирующее рост клеток. Однако если вспомнить политическое состояние Японии в те годы, то можно понять, почему информация об этих гормонах получила широкое распространение лишь через два десятка лет. Из всех, а их известно около 60, только 20

гормонов гиббереллинового ряда синтезируются в тканях высших растений, остальные являются продуктами жизнедеятельности грибов и микроорганизмов. Гиббереллины традиционно обозначаются GA (в латинском написании) или ГК с соответствующим порядковым индексом.

Синтез гиббереллинов проходит в фотосинтезирующих тканях, в верхушках корня и стебля, растущих зародышках, бутонах и цветках. Основа действия гиббереллинов обусловлена стимулированием роста клеток за счет увеличения их объема (*рост растяжением*). Благодаря росту растяжением происходит прорастание семян, удлинение стебля, рост бутона и открытие цветка, разрастание завязи. С другой стороны, гиббереллины подавляют как образование, так и рост корня, хотя относительный ток воды и питательных веществ через корень возрастает.

Химическая формула гиббереллинов определяется местом их синтеза в растениях. Наиболее известный и распространенный гиббереллин — гибберелловая кислота ГК₃, синтез которой происходит в зеленых частях растения. В незрелых семенах образуется ГК₄, которая

транспортируется к клеткам завязи.

Пыльца растений тоже богата этими гормонами. Благодаря гиббереллинам микроскопическая пыльца прорастает, образуя пыльцевую трубку длиной в несколько сантиметров. После успешного опыления и оплодотворения происходит отток гиббереллинов из пыльников в завязь. Интересно, что при «опылении» пестика цветка гиббереллиновым гормоном можно добиться образования бессемянных плодов. В истории кактусоводства подобные опыты проводились над некоторыми видами «сельскохозяйственных» опунций (*Opuntia ficus-indica*).

Дать точную рекомендацию по применению различных концентраций гиббереллинов трудно, так как в растениях они образуются в очень небольших количествах, а внесенные извне быстро связываются в комплексы с углеводами, в частности с сахарами, и превращаются в неактивные формы. Однако совершенно недопустима передозировка гиббереллинов, это прежде всего приведет к торможению роста корневой системы и отмиранию наиболее молодых корней. Обычно растения обрабатывают гиббереллинами путем оп-



Leuchtenbergia principis,
вытянувшаяся под
лампой

рыскивания, нанесением пасты, реже инъекциями. За исходную точку при опрыскивании кактусов следует принять концентрацию 3–5 мг/л.

Гиббереллины взаимодействуют с ауксинами, в результате чего активизируется их распространение по тканям растения как вверх, так и вниз по стеблю и корню.

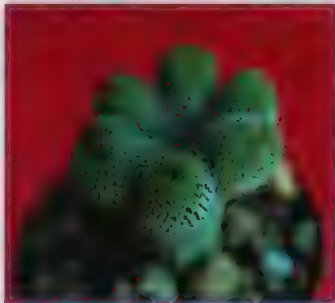
Как и ауксины, гиббереллины нестабильны на свету, поэтому сильный свет тормозит синтез этих гормонов и, наоборот, недостаток освещения способствует их более интенсивному образованию. Таким образом, этиоляция стебля растений связана не только с недостаточным образованием хлорофилла, но и с чрезмерным синтезом и накоплением гибберелловых гормонов. Клетки запасющей па-

ренхимы кактусов при этиоляции сильно вытягиваются и сужаются с боков, принимая веретеновидную форму. При поливе этиолированных растений вода всасывается гораздо интенсивнее, цитоплазма рыхлеет, повышается усвояемость азота и синтез некоторых аминокислот и белков.

В 1955 году Ф. Скут открыл группу **цитокини-**

нов, само название которых говорит об управлении энергией клеточных процессов. Цитокинины в отличие от гиббереллинов стимулируют рост тканей (рост делением). При росте делением видимые проявления ростовых процессов идут гораздо медленнее, чем при росте растяжением. Это и понятно, на создание новых клеточных структур требуется больше времени, чем на увеличение объема клетки за счет прощипывания в цитоплазму воды и элементов питания.

Синтез цитокининов непосредственно связан с синтезом витамина В₁ (тиамина), но при увеличении его концентрации в клетках процесс синтеза цитокининов прекращает-



Ветвление
в верхней
части стебля
сеянца
*Aylostera
heliosa*

ся. В настоящее время выделено из растений и синтезировано химическим путем довольно большое количество цитокининов и близких к ним по действию веществ, начиная от кинетина и зеатина и кончая такими цитокининами, как дрон, глины, картолин и др.

Для далекого от биохимии кактусовода наиболее доступны первые два, хотя и их раздобыть в чистом виде нелегко.

Центром синтеза цитокининов является кончик корня, отсюда эти гормоны разносятся по всему растению. Действие цитокининов обратно действию ауксинов: они снимают эффект апикального доминирования, активизируют рост вторичной меристемы камбия. Меристема в зоне боковых ареол находится под постоянным воздействием этих двух групп гормонов. Интересно, что на боковую ареолу влияют ауксины, синтезируемые только в апексе стебля, и цитокинины, образующиеся в кончиках корней. Чем дальше ареола расположена от верхушки стебля, тем меньшее влияние оказывают на нее ауксины и большее — цитоки-

нины. Как результат — подавляющее большинство деткующихся видов (за исключением кактусов с древесовидной и кустовидной формой стебля) начинают образовывать боковые побеги в нижней части стебля. Если же ветвление происходит в верхней части стебля кактуса, то можно с уверенностью сказать, что ауксин-синтезирующая активность апикальной меристемы стебля снижена. Вызвать подобное явление можно и искусственным путем, и не только удалением апекса кактуса. Так, апикальное доминирование может быть снято путем обработки точки роста стебля довольно высокими дозами кинетина (1–3 мг/л) при инъекции или нанесении ланолиновой пасты.

Цитокинины также задерживают старение растений, ускоряют процессы синтеза белка, стимулируют прорастание семян и повышают моторику корневой системы.

Однако говорить о полном противопоставлении цитокининов и ауксинов было бы неправильно. В ходе работ по культивированию меристемы на искусственных средах было установлено, что наибольшего проявления видного роста тканей, органов,

да и всего растения можно добиться лишь при комплексном применении этих гормонов.

Говоря о гормонах — стимуляторах ростовых процессов, следует хотя бы вскользь упомянуть еще две группы гормональных веществ аналогичного действия: **фузикоцины** и **брасиностероиды**. Первый из них был выделен итальянскими учеными в начале 60-х гг. из патогенного гриба *Fusicoccum amygdali*, вызывающего гниение персиковых и миндальных деревьев. Этот гормон связывается с мембранами растительных клеток, увеличивает их проницаемость, влияет на синтез белка. Действует фузикоцин аналогично гиббереллинам, но в отличие от последних стимулирует рост корня и проявляет эффективность при микроскопических концентрациях ($680,8 \times 10^{-5}$ — $680,8 \times 10^{-7}$ г/л).

Брасиностероиды продуцирует патогенный гриб *Cercospora arachidicola*, но впервые они были обнаружены в пылеце рапса (*Brassica rapus*). Вторая часть названия «стероиды» говорит о большой близости этих гормонов к стероидным гормонам животных и человека, в частности к половым, поэтому не удивительно, что брасиносте-

роды обнаруживаются в пылевых зернах, хотя и в незначительных количествах. Эти гормоны обнаружены в вегетативных органах и цветках. Брассиностероиды стимулируют деление и рост клеток, но также и синтез этилена — гормона старения.

Было бы неверным не упомянуть и о фитогормонах — ингибиторах физиологических процессов, так как они не только тормозят рост, но и влияют на созревание клеток, подго-

спивают, в незначительном количестве синтезируемых в семенах. Таким образом, семена, как носители новой жизни, способны долгое время сохраняться при неблагоприятных условиях.

Для растений, как и для их семян, очень важен годовой цикл температуры, влажности, освещенности и т. п. При низких температурах у кактусов снижается интенсивность процессов видимого роста, растения пе-

кактусам и их семенам необходим период покоя.

Этилен управляет стрессовыми реакциями, что особенно заметно у сеянцев и молодых растений. Интересно, что этот гормон стимулирует утолщение верхней и нижней части клеточной стенки, в результате чего при параллельном воздействии гиббереллинов клетка увеличивается в размере в экваториальной плоскости — таким образом можно сказать, что этилен вызывает рост клеток в ширину.

Абсцисовая кислота (АБК) синтезируется в цитоплазме клеток. Это универсальный ингибитор подавляющего большинства биохимических реакций. Как и все фитогормоны, она транспортируется из мест образования в другие клетки, ткани и органы. Больше всего ее накапливается в зеленых тканях и в корнях. АБК активно координирует процессы роста, участвует в транспирации путем регулирования открытия и закрытия устьичных щелей, защищает растение от избыточных потерь воды и энергии.

Роль абсцисовой кислоты важна при созревании семян и подготовке их



*Notocactus
rutilans*

товку растения к экстремальным условиям (засуха, холод) и т. д.

Этилен — гормон старения. Он участвует в процессах созревания плодов, обуславливает покой почек. Образуюсь в околоплоднике, этилен подавляет действие аук-

сина, переходя в состояние старения. Для семян, находящихся в воздушно-сухом состоянии, низкие температуры играют стимулирующую роль, способствуя ферментативному разложению крахмала и подготовке зародыша к прорастанию. Вот почему

к отторжению от материнского растения. Чем меньше концентрация АБК в семенных покровах, тем меньше период сохранности семян. У кактусов далеко не всегда свежие семена попадают в благоприятные условия, часто плод остается на растении по 2–3 года и более, поэтому период сохранности семян многих кактусов лежит в промежутке 2–5 лет. Однако есть и исключения: семена кактусов родов *Ariocarpus*, *Roseocactus*, *Neogomesia* сохраняют всхожесть в течение 30 лет, а семена многих *Frailea* теряют всхожесть уже через год.

Кроме этилена и АБК тормозящую роль играет целая группа нетормональных веществ, в частности довольно большой комплекс **фенольных ингибиторов** (ФИ), а также вещества – продукты метаболизма, например, некоторые аминокислоты, жирные кислоты, углеводы, соли металлов, особенно тяжелых, скапливающиеся в клетке и препятствующие нормальному прохождению ферментных реакций.

Еще раз подчеркнем, что некорректно говорить



Notocactus muricatus

лишь об обособленном влиянии фитогормонов на жизненные процессы. Необходимо рассматривать их воздействие в комплексе, применительно к определенному вегетационному состоянию растения, к параметрам окружающей среды.

Образуясь в верхушке стебля (апикальной точке роста), ауксины усиливают притяжение туда питательных и пластических веществ, одновременно подавляя рост боковых ареол. При повышении уровня цитокининов в меристематической ткани боковых ареол действие ауксинов подавляется, и начинается формирование и рост боковых побегов. Гиббереллины усиливают рост стебля за счет растяжения клеток при недостаточном освещении

и совместно с ауксинами изгибают и вытягивают стебель. АБК тормозит ростовые процессы, в том числе ведущие к нарушению формы стебля. Этот гормон «консервирует» семена, не позволяет зародышу, ткани которого еще богаты водой, питательными и биологически активными веществами, прорасти прямо в завязи. Клеточный рост регулируется не только парой ГК – АБК, но и соотношением ауксинов и фенольных ингибиторов.

Позеленение стебля, т. е. процессы созревания хлоропластов, стимулируют цитокинины и подавляет абсцизовая кислота. А торможение роста ареол находится в зависимости от соотношения ауксинов и кинетинов. Рост корня и его геотропизм определя-

ются соотношением ауксинов и АБК.

В группу негормональных регуляторов роста процессов входят вещества типа витаминов и простых органических низкомолекулярных кислот, находящихся в почве, — продукты жизнедеятельности грибов и микроорганизмов, а также вещества, синтезируемые в растительных клетках.

Основная часть регуляторов второй группы в почве представлена комплексом, называемым **биос**. Впервые он был выделен из дрожжей как вещество, чрезвычайно стимулирующее размножение дрожжевых клеток. Лишь в 1936 году химиком Кеглем, который открыл наиболее активный компонент биоса — **биотин**, было установлено, что биос неоднороден.

Основу биоса составляют три компонента: **витамин В₁** (тиамин, анерип, биос III) — стимулирующий в чистом виде рост корня в длину; **витамин Н** (биотин, биос II) — как уже говорилось, является наиболее активным веществом биоса, стимулирует рост стебля и дает эффект даже при разведении 0,0000025 мг/л; **мезоинозит** (миоинозит, биос I) — циклический спирт, стимулирующий

клеточное деление и являющийся связующим звеном двух первых компонентов биоса в регуляторных процессах.

Максимальный эффект биоса в опытах *in vitro* наблюдается при совместном действии трех основных составляющих.

Заслуга в «производстве» большей части биоса принадлежит грибам. Почвенные виды грибов находятся в постоянном симбиотическом комплексе с корнями растений. Даже в столь жестких условиях, в которых произрастают в природе кактусы, на их корнях можно увидеть гифы и плодовые тела грибов.

Поступая в основном извне, компоненты биоса имеют свойство накапливаться в тканях. Так, довольно много их содержится в семенах, как в покоящихся (в виде неактивных комплексов), так и в прорастающих. Этим можно воспользоваться при стимулировании прорастания семян кактусов соломой (проросшими семенами злаков).

Витамины являются активаторами ферментов или входят в их состав. Таким образом, при поглощении витаминов извне повышается концентрация ферментов в фермент-субстратном комп-

лексе, увеличивается скорость жизненно важных процессов.

Кроме биоса, на рост корней оказывает влияние **витамин D** (его формы D₂ и D₃) и **витамин В₂** (рибофлавин).

Деление клеток стимулируют: **дифенилмочевина**, которой богато молоко кокосового ореха. Полностью созревший эндосперм кокосовых орехов содержит меньше дифенилмочевины, но богат мезоинозитом. Из него можно выделить эти вещества путем экстракции этиловым спиртом; **лейкоантоцианин**, который в достаточном количестве содержится в эндосперме конского каштана; **травматиновая кислота**, способная значительно ускорить разрастание каляющих клеток, в значительном количестве находится в незрелых семенах фасоли.

Кроме перечисленных веществ на физиологические процессы в растениях влияют аминокислоты, их производные и низкомолекулярные органические вещества, отсутствие или недостаток которых ведет к снижению синтеза белков и других органических веществ. Из пос-

ледних хотелось бы выделить **янтарную кислоту**.

Янтарная кислота в растениях участвует в энергетических обменных реакциях, активизирует ферменты. Еще в 1943 году А. Благовещенским было установлено, что обработка семян слабым раствором янтарной кислоты перед посевом стимулирует их прорастание. Сущ-

ность действия янтарной кислоты сводится к снижению энергетического уровня большинства ферментных реакций, т. е. при одинаковом количестве энергетических веществ ферментные реакции будут идти активнее в тех тестах, где применялась янтарная кислота.

Основные «полезные» свойства янтарной кислоты:

— ускорение роста корней;

— в зависимости от температурных параметров изменяется форма активности: при 10—15° С янтарная кислота стимулирует разложение крахмала, но тормозит рост корней, а при 28—30 °С активизирует процессы роста корня, но тормозит разложение крахмала;

— стимулирует наряду с гиббереллинами прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок.

Глава 4 **Вегетативное размножение кактусов**

Коллекционеры, собирающие марки, значки, монеты, спичечные коробки, солдатиков и т. д., имеют объекты своего увлечения в неизменном виде. Кактусовод же, как и любой натуралист и естествоиспытатель, общается с частичей живой природы. Растения его коллекции постоянно изменяются — растут, цветут, плодоносят, образуют боковые побеги или корневые отпрыски, выполняя основную функцию всего живого — вырасти и дать жизнь потомству.

Кактусы, как и большинство высших растений, можно размножать двумя способами: вегетативным и генеративным.

При **вегетативном размножении** от растения отторгается какая-либо часть: боковой побег, членик, черенок (подразумевается часть стебля), корневой отпрыск, иногда лист или часть меристематической ткани. Выросшие новые растения генетически полно-

стью схожи с материнскими и несут все особенности внешнего вида материнских растений (при условии одинакового содержания).

При **генеративном размножении** обязателен процесс соединения генетической информации от двух половых клеток — мужской и женской, что происходит при опылении — переносе пыльцы, содержащей мужские половые клетки, из пыльников цветка одного растения на рыльце пестика цветка другого растения

(перекрестное опыление). У некоторых кактусов замечено самоопыление, при котором наряду с чужой пылью цветок может быть опылен и собственной. И уж совсем у немногих видов происходит полное самоопыление при закрытых цветках клейстогамия.

Мужские половые клетки, сливаясь с находящимися в семязпочках женскими, дают начало новым организмам, которые имеют смешанный генный набор отцовского и материнского растений.



Членистая форма стебля Schlumbergera hybr.

гла на стебле формируются боковые побеги. Огромное количество видов кактусов образуют ареольные или аксиллярные стеблевые отростки, причем чаще всего уже с зачатками корешков — эта одна из приспособительных особенностей кактусов служит для более интенсивного размножения и расселения. В кактусоводстве боковые побеги с зачатками корней, вырастающие на шаровидных, короткостолбовидных кактусах или на кактусах, формирующих дернины, обычно называются **детками**. Вся

них в коллекциях видов подобные явления встречаются в родах *Notocactus* (*N. ottonis*, *N. scopae*), *Gymnocalycium* (*G. calochlorum* и *proliferum*) и некоторых других. Однако следует заметить, что образование корневых отпрысков чаще всего наблюдается у кактусов с довольно развитой корневой системой, чего нельзя добиться при горшечной оконной культуре, когда объем посуды минимален. Правда, иногда удается вызвать появление корневых отпрысков путем повышения концентрации цитокининов в пи-



Боковые побеги эхинопсиса уже имеют придаточные корни и укореняются практически сразу же после отделения от основного стебля

Способы вегетативного размножения можно разделить на черенкование, прививку и микро-размножение. Такое деление условно, потому что способы вегетативного размножения многократно пересекаются, объединяются друг с другом, вытекают один из другого.

Черенкование

Черенкование способ вегетативного размножения, при котором часть стебля отторгается от растения и укореняется. Проще всего это сделать, ко-



Привитый *Aztekium ritteri* обильно деткуется

задача в данном случае сводится лишь к правильному и аккуратному отделению побега-детки от стебля и последующему его укоренению.

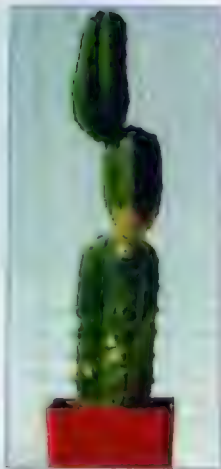
Гораздо реже побеги появляются на корнях, образуя так называемые **корневые отпрыски**. Это свойство зависит от строения корня и уровня гормонов в растении. Среди широко распространен-

тательном растворе при гидропонном культивировании. На это охотно отзываются *Gymnocalycium multiflorum* и *G. intertextum* (хотя довольно большое число других видов этого же рода отнеслись к увеличению концентрации гормонов индифферентно). Корневой отпрыск, так же как боковой побег-детка — уже готовое к самостоятельному существо-

вованию растений, при-
ем, как правило, снаб-
женное развитыми собст-
венными корнями.

У видов, приспособив-
шихся к размножению бо-
выми побегами, они,
как правило, легко отла-
мываются. У других как-
тов, стебель которых с
возрастом формирует
толстовидно-канделябро-
видную (например,
Eriocereus sp.sp.,
Trichocereus sp.sp.,
Myrtillocactus sp.sp. и дру-
гие) или низко-канделяб-
ровидную форму с веро-
ятностью укоренения бо-
ковых побегов (например,
Chinopsis sp.sp.), древеси-
на проводящего пучка в
месте отрастания побега
от ареолы приобретает
презвычайную прочность,
так как на нее ложится за-
дача выдерживать массу
растающего бокового
побега. При выламывании
каждого побега разрыв ме-
ханических элементов
проводящего пучка про-
исходит не по ареоле, а
практически у централь-
ного цилиндра основного
стебля (реже внутри боко-
вого побега), и на побеге
остается упругий с серд-
цевидной проводящих тканей.

В природе это доволь-
но частое явление. Не
справившись с постоянно
растающей массой боко-
вого побега, механические
элементы рвутся, часть какту-



«Многоступенчатый» маточ-
ник *Trichocereus pachanoi*

са падает на землю и дает
начало новому растению.
Оставшееся на месте отло-
ма, дупло служит укрыти-
ем для животных.

Существуют виды, у
которых стебель образо-
ван многочисленными по-
бегами. Древовидная, кус-
товидная, дерниновидная
форма стебля опунций,
тефрокактусов и некото-
рых других кактусов об-
разована побегами-члени-
ками, прочно прикреп-
ленными в местах их от-
растания из ареол за счет
упругой древесины и на-
растающей запасавшей
ткани. У опунциевых как-
тусов встречается явле-

ние, когда, разрастаясь,
запасавшая ткань «растя-
гивается» под действием
эпидермальные клетки и
создается впечатление
единого стебля с череду-
ющимися сужениями и
расширениями.

Стебли из члеников
присущи и большинству
эпифитных кактусов.
Форма члеников этих рас-
тений варьирует от плете-
видной до листовидной с
разнообразным, порой
причудливым видом «ли-
стовой пластинки». На
плетях или члениках эпи-
фитов появляются воз-
душные корни, позволяю-
щие, в частности, закреп-
лять тонкие стебли на
опоре.

Обычно членики и
побеги-детки отделяют от
стебля в месте отрастания
их от ареолы. Мощные
побеги целесообразнее не
отламывать, а срезать.
При отламывании велика
вероятность образования
глубокого отверстия и по-
падания туда инфекции.
Когда побег срезан, пло-
щадь раневой поверхно-
сти минимальна, и после
некоторого подсушива-
ния среза членики без
труда укореняются в лег-
ком субстрате. Побеги же,
слабо закрепленные на
стебле и зачастую уже

имеющие зачатки корней, можно без опасения отламывать.

При срезании побега или черенка перед кактусоводом может встать проблема невозможности разрезания древесины даже остро отточенным ножом. В результате чрезмерного усердия происходит травмирование запаасающей ткани и даже сердцевины. Иногда образуется значительная щель между проводящим пучком и запаасающей тканью, а иногда и механический разрыв ее. Все это повышает вероятность поражения места травмы патогенными грибами. Эффективный способ решения проблемы прост: секатор или ножовка (можно применять полотенчик по металлу или лобзик).

При отделении от растения собственно части стебля (любого - основного или бокового), а не членика или побега-детки, у которых все-таки нижняя часть сужена, образуется довольно большая раневая поверхность. Перед кактусоводом возникают задачи снижения вероятности грибкового поражения места среза как на черенке, так и на материн-

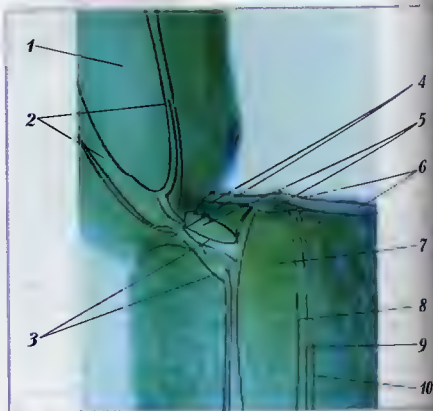
ском растении, и, конечно же, быстрого и успешного укоренения.

Черенкование — наиболее простой способ размножения кактусов. Значимость вегетативного размножения кактусовод может оценить, когда в его коллекции присутствует всего лишь один желанный экземпляр кактуса, который невозможно размножить семенами. Как же вызвать у подобного растения, чаще всего совершенно не желающего образовывать боковые побеги, формирование побегов-деток, которые

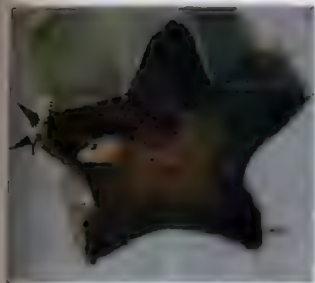
затем можно будет укоренить или привить?

В данном случае растению, у которого хотят вызвать образование боковых побегов, необходимо предоставить более мягкие температурные условия при параллельном увеличении влажности воздуха и минерального питания. Некоторое снижение освещенности кактуса способствует более активному синтезу гиббереллинов и, следовательно, росту клеток.

Однако далеко не все виды кактусов отвечают на смягчение условий ок-



Продольный разрез бокового побега и части стебля маточника *Eriocereus rotundifolius*: 1 — сердцевина бокового побега; 2 — центральный цилиндр бокового побега; 3 — нарастание механических тканей, усиливающее крепление бокового побега; 4 — вегетативная зона ареолы; 5 — остаток каллюсной меристемы; 6 — сухие ткани; 7 — сердцевина; 8 — ксилема; 9 — камбий; 10 — флоэма



*Образование
придаточного
корня на че-
ренке Eriose-
reus jusbertii
при сухом
укоренении*

ружающей среды образованием побегов, некоторые начинают жировать и теряют характерный габитус. Поэтому наиболее простой способ устранения апикального доминирования относится к хирургическим методам — это механическое удаление верхушечной точки роста апекса. При этом обычно совершенно не задумываются о сохранении габитуса экземпляра.

Главное здесь — оставить как можно больше неповрежденных ареол и не занести инфекцию на место среза. Поэтому стебли шаровидных и плоскошаровидных кактусов целесообразнее несколько вытянуть, значительно снизив их освещение или притеняя апикальную часть стебля, надев на нее колпачок из бумаги.

У кактуса конусообразно вырезают макушечную точку роста стебля

или же удаляют верхнюю часть, которую затем укореняют или прививают. У оставшейся корневой части стебля срезают фаску, делая площадь среза выпуклой. Этого можно и не делать, но при подсыхании раневой поверхности центр среза втянется вглубь стебля, а кожица завернется, что создаст благоприятные условия для поселения и жизнедеятельности плесневых грибов.

Срез необходимо как можно быстрее подсушить, опять-таки, чтобы предотвратить проникновение в растение инфекции. Присыпать срез чем бы то ни было не стоит, так как любой порошок потянет на себя влагу из более глубоко лежащих клеток. Лучше подсушить срез на воздухе, а при обильном выделении сока можно также поддержать свежесрезанные растения

некоторое время над лампами накаливания, до образования на раневой поверхности сухой плесенки.

У большинства кактусов нижняя часть стебля образует молодые побеги, которые со временем можно отделять, укоренять или прививать. Традиционно в кактусоводстве оставшуюся часть стебля, образующую боковые побеги, называют уже неоднократно употребляемым термином — **маточник**, а сами побеги — **детками**.

В подавляющем большинстве случаев из ареолы вырастает один побег. Таким образом, «полезная жизнь» маточника определяется количеством ареол, причем, как правило, молодых ареол, находящихся в верхней части маточника. Сняв все образовавшиеся детки, кактусовод иногда вынужден расстаться с маточником, что само по себе неэкономично, так как сильное, здоровое растение с хорошей корневой системой приходится просто-напросто выкидывать. Всего этого можно избежать, если оставить на маточнике хотя бы одну из деток, дать ей возможность вырасти, вытянуться и затем использовать уже ее арео-

лы. Повторяя подобную операцию несколько раз, с одного маточного растения получают практически неограниченное количество деток.

Иногда на маточном растении можно наблюдать очень интересный физиологический феномен: детка появляется не из верхней ареолы, а из плоскости среза. То есть за счет активного притока ауксинов из корней в стебель восстанавливается апикальное доминирование, препятствующее боковому побегообразованию. Камбиальные же клетки центрального цилиндра за счет этих гормонов активно делятся и формируют новый побег, который по сути является не боковым — образованным из меристематической ткани верхней части ареолы или аксиллы, а продолжением главного стебля.

Детки или членики сравнительно легко укореняются. Но, как уже было отмечено, кактусы вегетативно размножают и собственно черенками, т. е. отрезками стебля. Хорошо, если на черенках уже имеются придаточные воздушные корни, как, например, у эпифитных кактусов из рода



Укореняющиеся черенки Eriocereus jusbertyi

Selenicereus. А если нет? Тогда возникает задача укоренения черенков. Разберем этот вопрос подробнее.

При черенковании из образовавшегося среза интенсивно испаряется вода. Обезвоживание ведет к резкому торможению всех физиологических процессов. Чем глубже от места среза произойдет высыхание тканей, тем труднее, медленнее пойдут физиологические процессы дифференциации корневых клеток из клеток вторичной меристемы и формирования корневых зачатков. По этому во избежание чрезмерного испарения воды с места среза и потери влаги при транспирации черенки следует укоренять при повышенной влажности воздуха и температуре

около 20–22 °С, но при низкой влажности субстрата. Такие условия можно создать, накрыв плоскую тарелку с черенками прозрачным колпаком. Неплохо отзываются срезанные черенки и на подогретом субстрате снизу. Иногда советуют укоренять кактусы во влажном торфе, песке или на подложке с водой. В принципе это не противоречит вышеизложенному. Сильно увлажненный субстрат повышает влажность воздуха, но может способствовать заражению раневой поверхности черенка спорами патогенных грибов. Так что следует либо хорошо пропарить субстрат (вместо торфа целесообразнее применять сфагнум), либо приподнять черенки над ним (а лучше и то, и другое).

Срезанный кактус сам защищает себя от чрезмерного испарения влаги, образуя в месте среза защитную пленку из стенок травмированных клеток и высохшего, богатого латексом и полисахаридами сока, под этой пленкой начинают интенсивно развиваться и размножаться клетки камбия, образуется каллюсная меристема. Если раневая поверхность небольшая, ее довольно легко подсушить над лампой накаливания до образования на месте среза корочки. Не следует дезинфицировать сам срез, так как любой раствор с большей концентрацией химических веществ, а следовательно, меньшей концентрацией воды, чем клеточный сок, будет вытягивать воду из поврежденных тканей по закону осмоса.

Да и сами дезинфицирующие вещества в значительной мере разрушают стенки клеток проводящих тканей, к тому же из-за повышенной смачиваемости дезинфицирующие препараты далеко проходят по кислым элементам вглубь стебля, обезвоживая и обезжиривая их и протягивая за собой пузырьки воздуха. Например, в опытах с черенками *Selenicereus grandiflorus*, нижний срез которых обрабатывался спиртовым раствором йода, через 60 минут после обработки йод тестировался крахмалом на расстоянии 18—47 см (максимальная длина плети селеницереуса была 49 см) от места среза! Поэтому дезинфицировать следует не сам срез, а нож и место будущего среза.

Зачастую приходится черенковать шаровидные или короткостолбовидные кактусы, при этом площадь среза получается довольно большой. В подобном случае можно рекомендовать следующий способ: вначале подрезается запасная ткань кактуса в намеченном месте по периметру, не задевая центрального цилиндра стебля, и лишь недели через две, когда место среза достаточно подсохнет, черенок срезается окончательно.

Конечно же, для легкоукореняемых видов эти рекомендации излишни, но для «трудных» какту-



Дугообразно-ползучие стебли *Rathbumia ulamosensis* (по W. Rauh)

сов они могут быть полезны.

В черенке следует поддерживать определенный гормональный и биологически активный фон. Че-

ренки, срезанные в летнее или осеннее время с кактусов, содержащихся под солнечными лучами, укореняются гораздо быстрее, чем черенки, снятые в

конце зимы или с растений, культивируемых под лампами. К снижению концентрации биологически активных и гормональных веществ в конце зимы — начале весны присоединяются авитаминозы (в частности недостаток витамина D).

Гормонально рост корней связан с ауксинами, которые синтезируются в верхушечной точке роста, в конусе нарастания стебля. В срезанном черенке движение соков почти отсутствует, и отток ауксинов от апекса стебля к месту среза определяется интенсивностью освещения и в какой-то мере транспирацией. Если же у черенка удалена макушка, то образование корней затруднено, так как в таком черенке значительно снижен уровень ауксинов, а для пробуждения боковых ареол не хватает цитокилинов и элементов питания. Исключение составляют эпифитные и «лазающие» кактусы, цепляющиеся за опору придающимися корнями (*Selenicereus* sp.sp., *Hylocereus* sp.sp. и им подобные). У этих растений легко укореняются даже «обезглавленные» черенки.

Такой же особенностью обладают виды, имеющие ползучие или дугообразно-ползучие стебли. Это редко встречающиеся в коллекциях из-за своего большого размера и «непоседливо-го» образа жизни кактусы из родов *Haageocereus*, *Machaerocereus*, *Montvillea* и др.



Черенки
Pereskiaopsis
sp.sp. укореняются в
влажном суб-
страте через
несколько
дней после
срезания

Черенки кактусов из рода *Parodia*, некоторые *Discocactus* sp.sp., *Ariocarpus* sp.sp. и достаточное количество других видов трудно образуют или вообще не образуют придаточные корни даже при наличии апекса. В этом случае стоит попробовать

добиться желаемого результата путем обработки черенков водным раствором гетероауксина.

Не следует забывать и тот факт, что при содержании кактусов в зимний период при искусственном освещении у них истощен не только гормональный, витаминный, но и углеводный, т. е. энергетиче-

ский запас. В некоторых случаях стимулировать образование корней можно путем охлаждения черенков после подсыхания среза. При этом крахмал, накопленный в клетках запасочной ткани в виде зерен, переходит в легко растворимые полисахари-



Даже очень короткий черенок *Austrocylindropuntia cylindrica* является великолепным маточником

ды и простые сахара, и растение получает дополнительное количество энергии.

Говоря о вегетативном размножении подносов, следует вспомнить, в первую очередь, о перескипсисах — кактусах, практически не требующих внимания. Срезанные черенки без подсушивания помещают во влажный субстрат и плошку с черенками накрывают колпаком. Не позже, чем через две недели, черенки перескипсисов успешно укореняются. У этих кактусов укореняются и обезглавленные черенки и даже листья, хотя, как правило, используют отрезки стебля длиной 8—10 см. Как только листовая пластин-

ка поднимается и наливается соком — можно с уверенностью сказать, что черенок укоренился.

Опунциевые кактусы, используемые в качестве подвоев, по скорости укоренения чем то напоминают предыдущую группу — членики опунций или черенки цилиндропунций, без труда укореняются.



Готовые к посадке черенки *Nylosertus* sp. после обработки гетероауксином

няются в увлажненном
леком субстрате.

Эпифитные кактусы – очень распространенные подвои. Кактусоводы часто называют хилоцереусы треугольниками из-за формы поперечного среза черенка. Селеницереусы менее популярны, но имеют одну отличительную особенность: благодаря крупным камбияльным клеткам прививать можно и на черенки с одревесневшим центральным цилиндром.

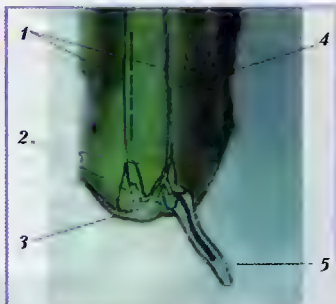


Способ укоренения черенков
Selenicereus hamatus

бой части стебля, хилощереусы довольно легко укореняются в таком положении. Укорененный черенок разрезают поперек на несколько частей таким образом, чтобы в каждом отрезке присутствовал хотя бы один корень и 2–3 ареолы на верхнем ребре. Со временем из этих ареол появляются побег.

Ареолы нижних ребер побегов практически не образуют, так как в этой зоне стебля накапливается сравнительно большое количество ауксиновых гормонов. Если молодой побег срезать не в месте его отрастания от маточника, а чуть выше, оставляя на маточнике его нижнюю часть с несколькими ареолами, то продуктивную жизнь маточника можно значительно продлить.

Селеницереусы чаще разводят безматочным способом, хотя толстые, до 1 см в диаметре и 20 см длиной, черенки после укоренения могут стать великолепными маточными растениями. Срезанные плиты селеницереуса разрезают на черенки по 8–10 см длиной и, не перерутив верх с низом, собирают в пучки (обычно по 10–12 черенков) и помещают над субстратом



Продольный разрез укорененного черенка Erioseurus rotundifolius:

- 1 — центральный цилиндр;
- 2 — ареола;
- 3 — сухие ткани;
- 4 — меристема;
- 5 — придаточный корень.

(40% торфа, 40% сфагнума и 20% древесного угля) так, чтобы расстояние от субстрата до нижнего края черенков было около 1 см. Плотку закрывают колпаком для поддержания высокой влажности воздуха.

Столбовидные цереусовые кактусы вегетативно размножают в основном путем деткования маточников с последующим укоренением черенков. В среднем в год с одного маточника высотой 20 см можно снять 4–6 полноценных черенка. На более крупных маточниках с мощной корневой системой побегообразование проходит интенсивнее, и с одного маточника можно получить до 8–10 побегов. Боковые побеги срезают по достижении длины 8–10 см, иногда более — все определяется потребностью кактусовода. Новые корни отрастают от цент-

рального цилиндра выше зоны высушенных тканей. Размножение этих кактусов-подвоев семенами менее эффективно, так как занимает гораздо больше времени. Однако нельзя не отметить, что сеянцы столбовидных цереусов в возрасте нескольких месяцев являются великолепными подвоями для проростков кактусов, размер которых часто не превышает 1 мм.

Черенки, срезанные с активно вегетирующего маточника, укореняются гораздо быстрее, чем снятые с растения, находящегося в состоянии стагнации. Поэтому и степень снятия фаски у таких черенков различна. Сочный черенок образует выпуклый слой каллюса на раневой поверхности; величина снятия фаски с него может быть минимальна, ее даже можно не сре-

заты корнеобразование пройдет быстро, а заворот эпидермиса будет незаметен. С находящегося в состоянии стагнации маточника черенки лучше не срезать, но могут возникнуть непредвиденные обстоятельства, когда кактусоводу в ближайшее время потребуются подвой, а свободных под рукой не окажется. Поверхность среза в таком случае делают более выпуклой, так как зона высыхания тканей центрального цилиндра будет больше, и

новые корни, как правило, будут отрастать почти горизонтально или под небольшим углом. После подсушивания черенки закрепляют вертикально, чаще в различных коробках или банках и ставят в затененное место.

Не стоит держать черенки долгое время горизонтально, иначе корнеобразование пойдет по нижней части стебля.

После появления корней черенки помещают в горшки. Субстрат насыпают следующим обра-

зом: нижний слой, примерно 25% высоты горшка — плодородный; средний слой — 25%, вдвое обедненный песком по сравнению нижним; верхний слой — чистый песок. Субстрат увлажняют и делают лунку, в которой аккуратно располагают молодые корни черенка. Придерживая черенок, субстрат поливают; песок под струей воды заполнит свободное пространство и закрепит черенок в грунте. Через довольно непродолжительное время верхний песчаный слой высохнет, нижний останется влажным еще 7-10 дней. Корни растут по направлению к нижнему плодородному слою и в результате через месяц после укоренения у черенка разовьется сильная корневая система.



*Образование
придаточных
корней на го-
ризонтально
лежащем че-
ренке Eriocac-
tus jushbertii*

В практике кактусоводства бывают случаи, когда требуется «укоротить» подвой. Например, сеянец или детка какого-либо кактуса были привиты на высокий подвой с большой площадью фотосинтезирующей поверхности для того, чтобы добиться максимального роста привитого растения. Со временем привой вырастает, уже нет необходимости в его «разгонке», наоборот, желательно несколько снизить скорость ростовых процессов, приблизить приви-

тый кактус по форме к эталонному габитусу.

Наиболее простой способ — срезать подвой на нужной высоте и укоренить его заново. Это нетрудно, однако не стоит забывать, что апикальная точка роста кактуса-привоя своими гормонами ауксинового ряда влияет на закладку корней из вторичной меристемы кактуса-подвоя. Естественно, что количество синтезируемых в апексе ауксинов может быть неадекватно концентрации этих гормонов

для успешного корнеобразования. Кактусы со стержневой корневой системой, имеющие реповидное утолщение верхней части корня, как правило, синтезируют в апексе стебля небольшое количество ауксинов — что обеспечивается за счет гормонов, вырабатываемых корнями. Именно поэтому кактусы из родов

Ariocarpus, *Roseocactus*, *Neogomesia*, *Aztekium* и другие виды с подобной формой корня сравнительно легко укореняются из реповидной части и практически не укореняются при ее отсутствии. Один из способов решения задачи — применение гормонов из группы ауксинов, о чем говорилось в предыдущей главе.

Довольно часто при недостатке естественного освещения кактусы начинают вытягиваться. Более того, некоторые виды (особенно рода *Mammillaria*), произрастающие в природе на крупнощебнистых почвах, на первых этапах жизни несколько удлиняются и лишь после достижения стеблем определенной массы образуют шарообразную головку. В течение иногда очень продолжительного периода верхняя часть стебля, нарастая, «оседает».

Такая булавовидная форма не очень привлекательна, и многие кактусоводы заглубляют свои растения. В случае применения в субстрате крупного песка, а лучше гравия такое заглубление не опасно, наоборот, создаются природные условия произрастания. Гораздо хуже засыпать вытянутую часть стебля почвенным субстратом.

Прививка

Начнем с того, что из всего многообразия растений семейства *Cactaceae* при содержании в условиях умеренного климата в прививке «нуждаются» около 100 видов. Слово «нуждается» не зря взято в кавычки, практически любой кактус можно культивировать на своих корнях. Вопрос лишь в том, как долго будет расти до желаемых размеров трудный в культуре экземпляр.

На самом же деле нуждаются (уже без кавычек) в прививке лишь

бесхлорофилльные формы — те растения, которые на своих корнях погибают от недостатка фотосинтезируемых веществ и энергии.

Прививки кактусов проводят в следующих целях.

1. Для поддержания жизненно важных физиологических процессов. Кактусы-привои, полностью или частично лишенные хлорофилла, обеспечиваются прививкой органическими веществами, полученными за счет фотосинтеза в кактусах подвоях. Естествен-



Цветная форма *Gymnocactusium friedrichii*



«Эстетическая» функция прививки: 1 – *Cephalocereus semilis* 'Cristatus'; 2 – *Glandulicactus uncinatus* 'Cristatus'

но, что подвой в этом случае должен обладать достаточной площадью фотосинтезирующей поверхности, т. е. быть довольно высоким, — зеленый эпидермис обеспечивает органическое питание и энергетику всего комплекса «подвой-привой».

2. Для эстетического восприятия растений. Кристатные формы кактусов лучше выглядят на высоких подвоях. При этом можно легко оперировать с такими растениями, создавая довольно причудливые формы. Монстрозные формы некоторых кактусов более оригинальны в привитом состоянии на высоких подвоях, чем на своих корнях.

3. Для стимуляции роста привитого кактуса. Ростовые процессы протекают в этом случае за счет усиленного поступления в привой питательных веществ, что в свою очередь приводит к расгяжению клеточных стенок и увеличению объема клеток запасавшей ткани.

Ставя целью более интенсивное наращивание клеточной массы (чаще всего у молодых растений: деток, сеянцев), кактусовод должен обеспечить привой подвоем с хорошо развитой корневой системой и достаточной площадью фотосинтетически активной поверхности. Конечно же, при культивировании на «активных» подвоях и речи быть не может о сохранении эталонного

габитуса растения, но в данном случае этого и не требуется.

4. Для стимуляции вегетативного размножения.

Эта функция прививки логически вытекает из предыдущей. Кактусы-маточники можно культивировать и на своих корнях, но вегетативная активность боковых ареол в данном случае будет лимитирована активностью корневой системы.

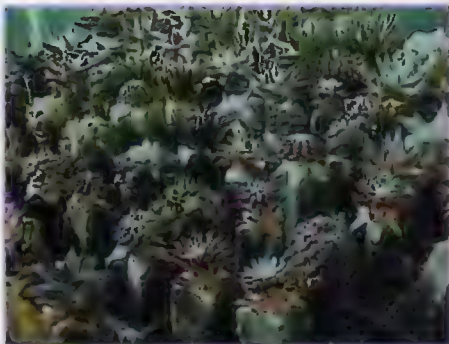
Маточники, обычно применяемые для интенсификации вегетативного размножения плохо деткующихся видов, имеют относительно слабо развитую корневую систему. При удалении макушечной меристемы стебля ауксины, синтезируемые в апексе стебля, в корень не поступают, что, в свою очередь, приводит к снижению активности корня. Вот почему маточники (именно маточники, а не растения, легко образующие боковые побеги) целесообразнее культивировать на подвоях, обладающих высокой вегетационной активностью.

5. Для культивирования кактусов со слаборазвитой, легкоуязвимой, требовательной корневой системой, причем практи-

чески без изменения эталонного габитуса привитого кактуса.

Могут последовать возражения, что прививка, т. е. комплекс подвой-привой — это уже изменение внешнего вида. Да, это так. Но на своих корнях такие кактусы, как, например, *Aztekium ritteri* достигают размера 2–2,5 см за 15–20 лет. Кактусы с реповидной формой корня из родов *Ariocarpus*, *Roseocactus*, *Neogomesia*, *Lophophora* и им подобные растут крайне медленно, требуют в корнесобственной культуре особого подхода и внимания коллекционера. Достаточно трудны в культуре виды из родов *Discocactus*, *Uebelmannia*, *Natajao* и некоторые другие, которые можно выращивать и на своих корнях, но в привитом состоянии у кактусовода будет больше уверенности, что он успешно вырастит эти растения.

Итак, нужно заменить «капризные» корни более надежными, дать дополнительное (но не избыточное) питание привитому растению, использовать достаточно сильный, но не нарушающий эстетику коллекционного экземпляра подвой. Из всего вы-



Кактусы родов *Ariocarpus*, *Roseocactus* и *Neogomesia* на «постоянных» подвоях

сказанного следует, что в данном случае подвой должен быть невысоким, но с хорошо развитой корневой системой — у такого подвоя используется активность корней, а не зеленого эпидермиса.

Некоторые кактусы с характерным движением эпидермиса со временем как бы обволакивают подвой, нарастают на него и невысокий подвой постепенно скрывается под тканями привоя. Естественно, что не все кактусы-подвои выносят полное затемнение, зачастую это связано не только с отмиранием их запасочной ткани, но и с поражением подвоев условно-патогенной микрофлорой.

Подвои, выдерживающие затемнение (напри-

мер, эхинопсисы), иногда заглубляют, но не в субстрат или песок, так как песок в данном случае может заливаться, а в мелкие (около 5 мм) камешки. При поливе растений вода практически не задерживается в этом слое и быстро испаряется. Не все виды и даже экземпляры тех же эхинопсисов в одинаковой степени реагируют на подобное заглубление. Наиболее благоприятно подсыхавшие запасочной ткани и покрытие корой центрального цилиндра подвои. Однако со временем чаще всего происходит окончательное высыхание и отмирание стебля и корневой системы подвоя. В некоторых случаях кактус-привой сам борется с подобным кор-

невым дефицитом, образуя придаточные корни, прорастающие через вышние ткани стебля и отмершие корни подвой.

Очень красиво (но не в серьезных коллекциях) смотрится «подлесок» из травянистых растений, закрывающий подвой. Например, травянистые стебли кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella*) могут скрывать подвой высотой до 10 см, и крупные привитые растения будут смотреться на зеленом ковре довольно эф-

фектно. В природе большинство содержащихся в коллекциях некрупных экземпляров (особенно кактусы с зеленым эпидермисом) предпочитают «прятаться» где-нибудь в траве, кустах, тени деревьев, камней и скал.

6. Для восстановления заболевших кактусов, пораженных корневой или боковой гнилью. Стоит отметить, что если у человека все болезни происходят, следуя народному афоризму, от нервов, то у кактусов — от недостатка

солнечного света. Кактусы сохраняют прочную генетическую память о местах произрастания их диких предков. Причем чем ценнее растение, чем реже оно встречается в коллекциях, тем ближе оно к своим пращурам и тем «крепче» его память. Одинаковый подход к культивированию «домашних» и импортированных из природы растений может стать роковым.

Прививка заболевших кактусов — чаще всего временная мера. Подвой должен обеспечить поступление к ослабленному растению значительного количества питательных веществ, гормонов, витаминов, ферментных групп. По достижении привоем необходимого размера его следует перепривить или укоренить. Поэтому в данном случае относиться к прививке кактусов стоит не как к чему-то постоянному, раз и навсегда установленному. С привитым растением необходимо работать, пере-

носить его по мере роста на более мощный подвой, предоставлять, как и корнесобственным растениям, новую зону питания.

Прививка «трудных» видов или экземпляров — своеобразная палочка-выручалочка, позволяющая кактусоведам расширять разнообразие своих коллекций, переходить к новым более интересным и сложным растениям, культивируя их в регионах, расположенных гораздо севернее (а в южном полушарии — южнее), чем их природные ареалы.

Сама по себе прививка — это вмешательство во внутреннюю сферу растения путем отсечения его части и присоединения ее к другому растению.

Ввиду того, что кактусы имеют сочную запасную ткань, их прививка несколько отличается от

таковой у плодовых деревьев, однако смысл этой процедуры остается тем же: важно крепко прижать свежие срезы, так, чтобы их камбиальные кольца сошлись. Даже если они сойдут не полностью, а частично, со временем этот сегмент возьмет на

себя пропускающую функцию всего центрального цилиндра.

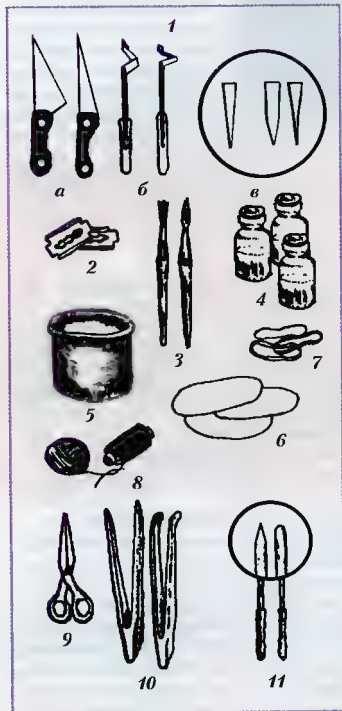
Прививочный инвентарь кактусоведа. Ножи для прививки могут быть различной формы, но обязательно из нержавеющей стали. Заточка производит-

ся плавным сужением от тупого края к острому. Очень удобны ножи-косяки с широкими лезвиями. Для фигурных прививок используют фигурные ножи.

Лезвия безопасной бритвы применяют для

прививки молодых растений, сеянцев и растений с мягкой древесиной. Ими удобно делать тонкие срезы с подвоя и привоя.

Кисточки необходимы для того, чтобы очистить подвой и привой от пыли и нанести дезинфицирующий состав.



Набор инструментов для прививки:

1 – ножи (а – ножи-косяки; б – ножи для фигурной прививки; в – слева правильная, справа неправильная заточка ножей); 2 – лезвия безопасной бритвы; 3 – кисточки; 4 – флаконы с дезинфицирующими жидкостями; 5 – емкость для кипячения воды; 6 – листы фильтровальной бумаги; 7 – резиновые кольца различной толщины и степени упругости; 8 – нитки (шерстяные); 9 – ножницы; 10 – пинцеты; 11 – препаровальные иглы острые и тупые

Дезинфекцию проводят 75%-ным раствором этилового спирта. Можно использовать мыльный раствор или раствор перекиси водорода. Слабый раствор перманганата калия не имеет дезинфицирующих свойств, наоборот, он стимулирует рост микрофлоры. Концентрированный же раствор перманганата калия, имеющий цвет спелой вишни, действительно обладает дезинфицирующим свойством за счет повышенной окислительной активности, но обжигает клетки эпидермиса. С помощью кисточки омывают подвой и привой, а также режущий инструмент.

Для дезинфекции режущих инструментов можно использовать кипящую воду, так как термическим путем микроорганизмы и их споры уничтожаются почти полностью. Перед прививкой лезвия ножей и бритвы выдерживают в кипящей воде не менее 15 минут, а в процессе работы после каждого среза 2–3 минуты. Этот прием позволяет избежать такого неприятного явления, как загнивание прививки в месте срастания.

Влажные лезвия сушат фильтровальной бумагой. Ею промокают также дезинфицирующие растворы с подвоя и привоя.

Привой к подвою притягивают с помощью резиновых колец различной толщины и упругости. Резиновые кольца обеспечивают надежное давление привоя на подвой в течение всего периода регенерации и срастания тканей.

Для того, чтобы кольца не соскальзывали, их фиксируют шерстяными

нитками, цепляясь за колечки или за предыдущий виток, они, в отличие от других, не разматываются. Таким образом, натяжение резиновых колец не ослабевает и привой на подвое не перекашивается.

При прививке сеянцев используют препаровальные иглы. Самостоятельно подобную иглу можно сде-



лать, воткнув швейную иглу тупым концом в тонкую палочку-ручку. Концы иглы заостряют или тупят — и та и другая формы в равной степени пригодятся кактусоводу.

В процессе работы кактусовод не обойдется без ножниц и пинцета.

Прививка в весенне-летне-осеннее время более успешна, срастание тканей и регенерация центрального цилиндра стебля проходит быстрее, чем зимой или в начале весны, опять-таки в основном из-за авитаминозов и дефицита биологически активных и пластических веществ.

Прививка прямым срезом. Это самый распространенный вид прививки. Прежде всего выбирают подвой, соответствующий цели прививки. Если надо ускорить рост или спасти заболевшее растение, необходимо использовать высокие подвои с большой «энергией роста» (например, *Hylocereus* sp.sp. или *Selenicereus* sp.sp.).

Крупные кактусы, чтобы не испортить их габитус непропорциональным ростом стебля при параллельном торможении роста колючек, следу-

ет прививать на *Cereus* sp.sp. или *Eriocereus* sp.sp., да и высоту подвоя можно уменьшить.

Подвой (речь идет о колонновидных кактусах) желательно подготовить заранее. Растущий подвой срезают, превышая необходимую высоту на 0,5 – 1 см для снятия фаски, и срез подсушивают. Через 2–3 недели срез приобретает выпуклую форму, стебель становится плотным, зачастую пробуждаются боковые ареолы.

Прививка на такие подвои с пробудившимися боковыми ареолами

Существующие мнения различных авторов о времени суток, когда лучше прививать кактусы, имеют теоретические основания, но в условиях умеренного климата не особенно значимы, хотя привитые сеянцы приживаются лучше при повышенной влажности воздуха и температуре 15–18 °C.

почти всегда результативна. Такую же процедуру можно провести и с шарообразными кактусами-подвойми, но во избежание чрезмерного подсыхания поверхности среза шаровидные стебли следует несколько вытянуть, для чего кактусы 1–2 месяца содержат при недостаточном освещении.

Следует убедиться в том, что подвой хорошо закреплен в горшке. В противном случае его закрепляют с помощью небольших камней или палочек-подпорок. Перед

прививкой подвой поливают, в процессе срастания полив не проводят

во избежание смачивания и возможного загнивания раневых поверхностей.

Как с подвоя, так и с привоя необходимо уда-

лить частички пыли кисточкой, смоченной 75%-ным раствором этилового спирта или слабым мыльным раствором, и закрыть мешающие колючки.

В ходе прививки у прививаемых растений может обнаружиться разный диаметр камбиальных колец, хотя толщина их стеблей почти одинаковая. В связи с этим не лишним будет привести усредненные данные соотношений размеров камбиального кольца и наружного (по ареолам) диаметра стебля наиболее часто используемых кактусов-подвоев:

<i>Austrocylindropuntia cylindrica</i>	...1:3
<i>Echinopsis hybr.</i>	...1:7
<i>Eriocereus jusberrtii</i>	...1:5
<i>Hylocereus trigonus</i>	...1:9
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	...1:7
<i>Pereskopsis velutina</i>	...1:2
<i>Selenicereus hybr.</i>	...1:5
<i>Trichocereus pachanoi</i>	...1:7



Наконец, когда все будет готово, можно приступить к таинству прививки. Начинающему кактусоводу следует помнить, что все операции следует производить не спеша, но быстро, так как срез начинает подсыхать уже примерно через полторы минуты.

При прививке кактусов прямым срезом вначале срезают подвой чуть выше необходимого уровня и снимают с него



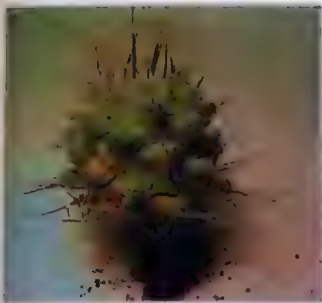
фаску. Если фаску не снимать, подсыхающий эпидермис может завернуться и давить на место срастания, что будет способствовать разрыву ре-

генерирующих из каллюсной меристемы проводящих тканей. Срез лучше довести до выпуклого состояния, как было описано ранее.

Если кактусовод уверен, что справится с опе-



Подготовка подвоя *Eriocereus jusberrtii* (1) к прививке: 2 – снятие фаски; 3 – срезание тонкой пленочки



Подготовлен-
ный привой
Thelocactus
midulans (1)
и спящие
с него
фаски (2)



рацией быстро, то тоненькую пленочку с центрального цилиндра подвой можно и не срезать. В противном случае необходимо острым ножом или лезвием бритвы одним приемом срезать тоненькую пленочку с подвой, а затем положить ее обратно, чтобы предотвратить подсыхание среза.

Срезание в один прием не является непрелож-

ным правилом, наоборот, при прививке взрослых растений, уже сформировавших достаточно упругую древесину, центральный цилиндр приходится буквально пилить. Однако замечено, что гладко срезаемая стела регенерирует гораздо быстрее, чем размочаленные клетки древесины. Луба и расположенные между ними клетки камбия.

Затем срезают привой и снимают с него фаску. Важно помнить, что вторичная меристема в стебле расположена кольцом, образованным множеством проводящих пучков, а в корне — крестообразно, четырьмя сегментами. На срезе привоя кактусовод должен видеть кольцо, в подавляющем большинстве случаев прививается стеблевая часть растения. Корневая часть с четырехсегментным центральным цилиндром прививается лишь в исключительных случаях, но чаще отторгается.

Иногда кактусоводу жалко выкидывать оставшуюся нижнюю часть кактуса и он прививает ее «вверх ногами». В случае прививки перевернутого стебля коллекционер может ожидать образования боковых побегов, особенно если привита нижняя часть кактуса, охотно деткующегося при культивировании на своих корнях или при традиционной прививке.

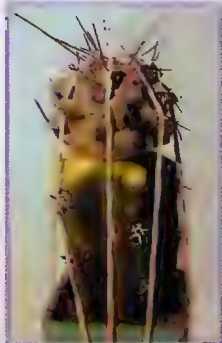
Привой накладывают на подвой (если есть пленочка — ее убирают), слегка повернув, прижимают резиновыми кольцами, обеспечивая достаточное давление одного на

другой, и закрепляют их относительно подвоя (горшка).

Если не удастся подобрать растения с одинаковыми по размеру камбиальными кольцами, привой сдвигают на подвое так, чтобы совпали хотя бы участки их стел. При полном несовпадении камбиальных колец (когда одно находится в другом) вероятность восстановления проводящих тканей невелика.

Прививке дают подсохнуть около получаса, а затем закрывают колпаком для предотвращения попадания пыли и чрезмерного подсыхания и ставят в малоосвещенное

Образование молодых каллюсных клеток начинается уже через несколько часов, а клеток флоэмы и ксилемы — примерно на второй — третий день. В это время можно ослабить давление привоя на подвой — практически до нуля (убрать фиксирующие резиновые кольца). Но так следует поступать, во-первых, если срез кактуса-подвоя произведен в зоне активно функционирующих молодых меристематических клеток близ апекса подвоя и, во-вторых, когда подвой и привой находятся в активном вегетирующем состоянии, при относи-



Наложение привоя на подвой и притягивание частей при прививке «прямым срезом»

месью при температуре не более 20 °С. Через срез запасавшей ткани происходит очень сильное испарение влаги и, естественно, чем выше температура окружающей среды, тем сильнее обезвоживаются и подсыхают трав-



*Нижняя часть стебля *Eryosice ihtotzkuyana*, привитая «верх ногami» на хилоцереус, образовала два боковых побега*

мированные участки стебля.

Стимулирующее влияние на срастание срезов оказывает снижение температуры окружающей среды при параллельном снижении интенсивности света.

тельно одинаковом тургорном давлении в клетках в зоне среза и, что немаловажно, при незначительной площади открытой раневой поверхности.

Чаще всего растения различаются по этим показателям, плюс обильное испарение влаги из места среза приводит к увеличению этой разницы. Поэтому обычно фиксирующие кольца держат дольше, до 7 - 10 дней. Этот срок несколько увеличивают при прививке кактусов с мягкой подсушенной тканью или начинающим одревесневать камбиальным кольцом.

Гораздо чаще, чем взрослые растения, кактусовод прививает детки или сеянцы. Вообще прививка сеянцев прямым срезом ничем не отличается от прививки взрослых кактусов. Только лишь срез на подвой следует делать на 1–1,5 мм ниже апикальной точки роста.

Одной из проблем, возникающих при прививке сеянцев, является паложение давящих колец. Здесь следует отметить, что чем моложе сеянец, тем меньше должно быть давление на него. Так, в возрасте 1–10 дней сеянец достаточно прижать к подвою препаровальной иглой и поддерживать несколько минут.

Сеянцы вынимают из субстрата, отмывают от оставшейся земли, дезинфицируют 75%-ным раствором этилового спирта и сушат на фильтровальной бумаге.

С макушки активно растущего подвоя вначале снимают фаску так, чтобы не затронуть апикальную точку роста. При использовании тонких подвоев этого можно и не делать.

Сеянец разрезают лезвием безопасной бритвы ниже семядолей по гипокотиллю. Если сеянец образовал значительную надсемядольную часть стебля

и имеет цилиндрическую форму, то такое растение неопытным в прививке любителям трудно будет прижать к подвою — в таком случае приходится делать срез сеянца над семядолями. Опытный же кактусовод, прекрасно зная, что прививка гипокотилля пройдет гораздо успешнее, найдет способ закрепления высокого сеянца.

Срезанную верхушку сеянца-привоя оставляют на лезвии и этим же краем лезвия срезают точку роста подвоя.

Препаровальной иглой или аналогичным инструментом аккуратно сдвигают сеянец с лезвия на подвой и слегка прижимают его этой же иглой.

На сеянец накладывают тонкое резиновое кольцо, которое снимают примерно через 12 часов. Высокие сеянцы во избежание выскакивания вместо резинового кольца целесообразнее прикрыть кол-

пачком или пробиркой, которые своим весом будут прижимать привой к подвою (при этом удобнее использовать тонкий подвой). Применяют также так называемое горизонтальное привитие, когда гипокотиль срезается по всей длине или под углом, как правило, сохраняя корни. Этот способ имеет один несомненный плюс — снятые с подвоя растения очень быстро укореняются, что, собственно, и неудивительно.

Как уже отмечалось, при прививке прямым срезом нет необходимости добиваться полного совмещения камбиальных колец, достаточно совпадение даже одного проводящего сегмента стел, хотя в этом случае пройдет некоторое время до полного восстановления тока веществ по регенерирован-



Neoporteria setosiflora v. *intermedia*, прижатая «горизонтальным способом» на хилоцереус

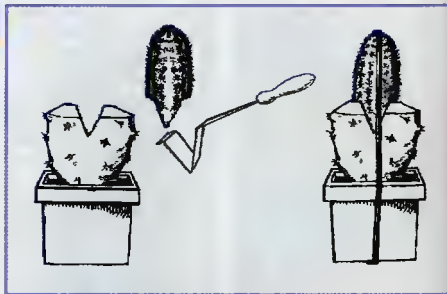
шему участку центрально-го цилиндра.

Если же срез делать косым, ступенчатым или фигурным, то заметно увеличивается площадь соприкосновения камбиальных колен и, естественно, срастание пройдет успешнее.

Прививка в расщеп.

Этим способом прививают такие кактусы, как *Schlumbergera* sp.sp., *Rhipsalidopsis* sp.sp., *Zygocactus* sp.sp. и им подобные, вставляя в расщепленный подвой зачищенный черенок привоя. Для того чтобы последний не сместился и не вышел из среза при обматывании подвоя питкой, его закрепляют, проткнув прямо через подвой, опунциевой коллуккой.

Одно время популяризировалась штамбовая прививка эпифитных кактусов на перескии. Однако по результатам исследований работ фитопфизиолога Артура Гибсона было установлено, что кактусы из рода *Pereskia* фотосинтезируют по C_3 -типу. И все процессы, сопряженные с «механической» реализацией фотосинтеза, у них проходят, как у типичных мезофит-



Прививку «клином» удобнее проводить с помощью фигурного ножа

ных растений. В результате привития ксерофитного растения на мезофитное наблюдаются различия не только по биохимическим реакциям, но и по веществам, образующимся в ходе этих реакций. Зачастую эти различия доходят до антагонизма и угнетения одной из частей прививки. К примеру, при прививки *Epiphyllum* sp. на *Ficus indica* наблюдалось стойкое угнетение привоя.

Штамбовые формы прививки эпифитных кактусов на *Pereskia* sp.sp., хотя и очень декоративны, но недолговечны. В России разрекламированные еще в конце прошлого века книгами М. Геслерфера «Комнатное садоводство» и Н. Верзили на «Путешествие с домашними растениями» штамбовые формы оказа-

лись недолговечными и не дожили до наших дней, хотя, для сравнения, существует достаточно количество экземпляров кактусов, привитых на другие суккуленты, содержащихся в частных коллекциях и ботанических садах в течение 100–150 лет.

Прививка клином.

Используется для прививки кристатных форм. Ее успешнее проводить с помощью специальных фигурных ножей. Хотя, при определенном опыте и глазомере, можно пользоваться и обыкновенным ножом. Кристатные стебли растут латерально (вбок), при этом гребень начинает упираться в подвой, поэтому его следует подрезать во избежание отторжения частей прививки.

Следует подчеркнуть, что при любых хирургических операциях с кактусами, особенно когда известно, что растение поражено патогенными грибами, кактусовод должен внимательно осмотреть срез. Если в камбиальном кольце обнаружатся черные или коричневые точки, значит, гифы грибовцы распространились по сте-

лю. Такой черенок надо либо лечить, что не всегда удается, либо срезать до здоровой ткани и только тогда прививать.

Привитый кактус со следами грибкового поражения является источником заболевания, обречен на гибель сам, наверняка заразит подвой и может заразить другие растения.



Двойная прививка: *Uebelmannia pectinifera* первоначально была привита на *Echinopsis hybr.* (1), а затем — на *Myrtillocactus geometrizans* (2)

Двойная прививка кактусов. Ранее говорилось об одишарных прививках. Но представим, что повреждены корни у подвоя уже сделанной и хорошо сросшейся прививки. Снятие привоя и

его перепрививка на другой подвой означает порой срезание значительной части стебля, удаление фаски, образование большой раневой поверхности, да и ухудшение декоративности внешнего вида экземпляра.

В подобном случае применяют двойную прививку, т. е. прививают растение с куском старого подвоя на новый. Аналогично можно сделать тройную прививку и т. д.

Хочется подробнее остановиться на таких интересных подвоях, как перескипсы, которые кактусоводы на всех языках часто и справедливо называют «насосами». Как и на других подвоях, прививка на перескипсе имеет свои плюсы и минусы.



Прививка части стебля кактуса-привоя на опунцию. У опунции центральный цилиндр эллиптически вытянут, поэтому подобные прививки эффективно используются в качестве культуры «маточки на подвое» для интенсивного вегетативного размножения столбовидных кактусов (по С. Бrehме)

Занимая промежуточную позицию между мезофитными и ксерофитными растениями, кактусы из рода *Pereskia* не очень популярны как подвой, они лю-

бо переносят глубокую засуху, вернее, они ее переносят, но раньше, чем другие виды, впадают в состояние стагнации, сбрасывают листья. Низкие температуры

(около 10 °С), да еще при влажном субстрате, приводит к загниванию корневой системы и места срастания прививки. Ткани перескионсиса глубоко «врасгают»

в стебель привоя (на самом деле привой интенсивно нарастает и обволакивает подвой). Снятые с подвоя сочные, «рыхлые» привои плохо укореняются.

Существует методика укоренения привитых на перескионсисах кактусов с отрезком стебля подвоя. Но зачастую укореняется не подвой, а оставленный кусок стебля привоя, и перескионсисы плохо переносят полное затенение. Выживаемость «укорененных» подобным способом растений в лучшем случае равна 50% — здесь все зависит от видовой принадлежности привоя.

Что же положительно у данного подвоя? Во-первых, большая интенсивность роста привоя на нем. Привитый сеянец вырастает в 5–6, иногда 10 раз быстрее, чем на своих корнях.

Во-вторых, растения рода *Pereskia* имеют хорошее «сродство» меристематической ткани практически со всеми видами кактусов. Поэтому срастание срезов почти всегда удаётся, а в случае с сеянцами в возрасте нескольких суток — даже без прижатия резиновыми кольцами.

В-третьих, о чем уже



Aztekium hintonii через месяц после прививки на перескионсис

говорилось в предыдущей главе, срезанный черенок перескионсиса во влажном субстрате начинает формировать корни практически на 3–4-й день.

В-четвертых, на этот подвой можно прививать сеянцы в возрасте одного дня и даже невзвешенные из семян зародыши.

В-пятых, прививке на такой «насос» магнолики гораздо интенсивнее обрывают детки.

Зная отрицательные качества перескионсисов, можно с успехом избежать нежелательных последствий. Культивировать при-

вивки на этих подвоях нужно в более мягких условиях, при повышенной влажности. Чтобы предотвратить нарастание привоя на подвой, растения необходимо несколько раз перепрививать.



Полугодовая прививка Roseocactus kotschoubeyanus на перескионсисе: привой интенсивно нарастает на подвой и при перепрививке приходится срезать значительную часть стебля привоя

Обычно на перескионсисах сеянцы культивируют полгода. Далее, если здесь не замешана коммерция и бизнесмен от кактусов не хочет за-

минимальное время получить максимальный результат, не задумываясь ни о внешнем виде, ни о дальнейшем состоянии растения, опытный кактусовод перепрививает сеян-

нец с перескиопсиса на постоянный подвой.

Кроме прививки сеянцев на перескиопсис, что, несомненно, является наиболее интенсивным способом стимуляции роста мо-

лодых растений, их прививают на сеянцы интенсивно растущих пересусовых кактусов.

Сеянцы *Trichocereus romanensis*, *Eriocereus jusbertyi*, *Eriocereus riocereus bonplandii* имеют высокую скорость ростовых процессов на первых этапах жизни. После роста и развития гипокотыля, который иногда достигает более 1 см в высоту, формируется собственно стебель. Прививать можно на «настоящий» стебель, длиной 0,5 см, лучше — 1 см.

Прививая сеянцы, следует учитывать практически полную невозможность наложения резиновых колец. Из этого следует, что кактусоводу надо как можно дольше препятствовать высыханию среза подвоя в месте прививки

Поэтому после наложения привоя на подвой прививку сразу же помещают под колпак. Для этой цели очень удобно использовать банку с закручивающейся крышкой: горшок с прививкой ставят на внутреннюю часть крыш-

ки, прививку накрывают банкой и закрывают на ней крышку. При обязательной чистоте банки, крышки, дезинфекции частей прививки перед операцией в банке создаются условия микроклимата, благоприятные для срастания и регенерации тканей.

Если сеянцев-подвоев в горшке несколько, то после дезинфекции лезвия ножа прививки продолжают, открывая банку с подвоями только на момент их срезания и наложения привоя.

Прививка ареолы. Наряду с целыми растениями можно прививать ареолы.

Молодые, обязательно ранее не образывавшие ни деток, ни цветочных



Привитая на перескиопсис ареола от годовалого сеянца *Discocactus griseus*

можно добиться, произведя срез проводящего пучка до его деления.

При наличии на ареолах крупных колючек их срезают. Однако следует отметить, что гораздо активнее вегетируют привитые ареолы с еще не развитыми колючками.

Из срезанного кусочка формируют кубик или многогранник. Прививают ареолы прямым срезом точно так же, как и сеянцы.

Ввиду того, что раневая поверхность по отношению ко всему «привою» получается огромной,

прививать следует в условиях несколько повышенной влажности. Срезы делают быстро и после операции прививку помещают под колпак, а лучше — в банку и закрывают крышкой.

Срастание происходит довольно быстро, однако вегетировать ареолы начинают далеко не сразу. Одной из причин этого, по видимому, является гормональный дисбаланс. Обработка такой прививки кишетином или облучение ультрафиолетовыми лучами иногда пробуждает ареолу к вегетации.

бутонов ареолы срезают с возможно большим количеством прилегающей ткани. Боковой проводящий пучок, отходя от центрального цилиндра к ареоле, в непосредственной близости от нее делится на две части: основная идет в зону вегетативной активности, другая — к колючкам. Как показывают результаты многочисленных сравнительных опытов по вегетативному размножению кактусов путем прививки ареол, лучшего эффекта

в зоне среза при активном участии клеток камбия формируется раневая меристема — **каллюс**. Попробуйте срезать кусочек эпидермиса. Если эта процедура будет проведена в относительно чистых условиях и на рану не попадут споры грибов, — клетки запасной ткани вблизи поврежденного участка обезвредятся, ткань подсохнет, а не разрастется.

В случае же полного рассечения стебля уже через 1—3 дня в зависимости от состояния растения, влажности и температуры воздуха камбиальное кольцо покроется слоем клеток, закрывающим травмированные ткани стебля и хорошо видимым даже невооруженным глазом

или при незначительном увеличении. Это и есть каллюс — образование из более или менее однородных клеток, мало дифференцируемых, интенсивно делящихся и весьма лабильных к изменению гормонального фона.

При срезании подвоя на первом этапе каллюсные клетки образуются в основном из клеток вторичной меристемы и немногих клеток древесной паренхимы, так как приток цитокининов, стимулирующих клеточное деление, идет от корня по ксилеме. При достаточной концентрации этих гормонов начинают делиться и сопутствующие клетки флоэмы.

В стебле привоя образование раневой меристемы определяется концентрацией цитокининов в зоне среза и притоком аук-

синов, синтезируемых в апексе. Так как отток ауксинов из апекса идет по теневой стороне затенение привитого растения спо-

собствует выравниванию их передвижения по всему камбиальному кольцу.

С другой стороны, ауксины, накапливаясь в



Продольный разрез прививки *Parodia tilcarensis* на *Eriocereus justbertii* в зоне срастания: 1, 10 – ксилема привоя; 2, 11 – флоэма привоя; 3, 12 – камбий привоя; 4 – запасающая ткань привоя; 5 – регенерировавшие ткани ксилемы; 6 – несросшиеся запасающие ткани; 7 – выходящие клетки запасающих тканей; 8 – заплеснившая ткань подвоя; 9 – сердцевина привоя; 13 – каллюзная меристема; 14 – регенерировавшие ткани флоэмы; 15 – зона срастания клеток сердцевинной; 16 – центральный цилиндр подвоя; 17 – сердцевина подвоя

нижем срезе привоя, могут стимулировать образование придаточных корней, пророняющихся в ткань подвоя. У подвоя из-за непоступления ауксинов из апекса стебля в некоторых случаях активируются боковые ареолы.

Однако при правильной прививке благодаря своевременной регенерации проводящих тканей транспорт гормонов восстанавливается. Вот почему при прививке важно хотя бы сегментно совместить камбиальные кольца подвоя и привоя – это обеспечит лучшую регене-

рацию клеток флоэмы и ксилемы в комплексе подвой-привой.

Разрастающийся каллус покрывает срезаемые участки стебля, его однородные клетки образуют утолщение – подушку и со временем начинают выполнять функции камбия – откладывать вовнутрь клетки ксилемы и наружу клетки флоэмы. Причем чем плотнее прижаты друг к другу срезы, тем меньше разрастается каллюсная меристема и тем меньше кривизна новых проводящих элементов в зоне срастания.

Каллюсные клетки в незначительной степени (применительно к прививке кактусов) могут формировать паренхимную сердцевинную и запасающую ткань. В основном же эти ткани не срастаются, а «склеиваются». На вертикальном срезе прививки в зоне срастания хорошо видна граница, образованная стенками травмированных клеток запасающей ткани и сердцевинной. Транспорт веществ в местах соприкосновения этих тканей либо отсутствует, либо осуществляется осмотическим путем и его интенсивность определяется в первую очередь толщиной клеточных мембран и способностью растворенных веществ проходить через четыре «сложенные вместе» клеточные стенки, две из которых – «мертвые».

Ввиду того, что мембрана большинства травмированных клеток теряет активность, осмотический градиент переноса питательных веществ по клеткам запасающей и сердцевинной паренхимы находится в прямой зависимости от силы прижатия компонентов прививки друг к другу во время срастания.

Иногда в результате слабой фиксации камбиальные кольца срастаются не полностью, а лишь сегментно. При этом регенерировавший участок стебля со временем начинает играть роль всего камбиального цилиндра, проводящая способность проводящих тканей значительно увеличивается.

На начальных этапах срастания из каллюсной меристемы откладывается недостаточное количество клеток проводящих тканей, и приток необходимых веществ повышает тургорное давление в клетках, расширяет срез подвоя, делает его выпуклым. В случае недостаточного сильного прижатия это приводит к разрыву тканей и отторжению привоя.

При оптимальном давлении в зоне прививки и повышенной активности подвоя наблюдается прорастание каллюсной массы клеток, образованной в основном из клеток подвоя, *внутрь* стебля привоя. Если подвой срезан недалеко от апикальной зоны - наблюдается продолжение роста механических элементов его периферического цилиндра в длину и их частичное проникновение через каллюсную



Семейство *Astrophytum asterias* 'Super Kabuto'. привитые на «рабочие» подвой *Echinopsis hybr.*

меристему в ткани привоя. По мере роста привоя активно нарастает на подвой и степень врастания подвоя увеличивается.

Транспорт веществ через зону срастания постепенно восстанавливается за счет достаточного нарастания клеток флоэмы и ксилемы. Кактус-подвой обеспечивает рост, цветение и другие физиологические процессы, происходящие в привитом растении...

Подвой для постоянного культивирования.

Кактусы, используемые в качестве таких подвоев, требуют особого внимания. Состояние прививки во многом зависит от состояния корневой системы подвоя. С другой стороны, такому подвою не следует выполнять функцию чрезмерного ускорителя роста привитого кактуса. Во всем комплексе «подвой-привой» со временем устанавливаются



Discocactus horstii, привитый на «постоянный» подвой *Eriocereus jubertii*

стабильные гормональные поля. Естественно, и режим культивирования должен быть щадящим, подчиняющимся ритмике подвоя.

Корни подвоя нуждаются в притоке питательных веществ и достаточном доступе кислорода. Подкармливать подвой можно смесями минеральных удобрений, но лучше использовать на-

стой черноты или другого богатого гумусом субстрата, например биогумуса.

Избыток минеральных удобрений является одной из причин плохого срастания кактусов-подвоев, отторжения привоя и снижения невосприимчивости к различным заболеваниям.

Нелишней будет подкормка корневой системы в период вегетации раствором янтарной кислоты (20 мг/л) и обработка раствором гетероауксина (3 мг/л). Хорошо отзываются привитые растения

на подкормку настоем крапивы: 1 кг стеблей и листьев этого растения замачивают в 10 л воды комнатной температуры в течение 2 недель.

Как и у всех кактусов, наиболее чувствительное место подвоев — корневая шейка или зона отрастания придаточных корней от стебля. Поэтому при посадке подвоев в горшки или ялоники гораздо безопаснее не допускать контакта с почвой и присыпать корневую шейку мелкими камешками или крупным песком.

При прививке кактусов не бывает стопроцентной результативности этой операции. Нарушение процессов срастания и регенерации тканей объясняется прежде всего несовпадением скоростей переноса питательных, биологически активных и гормональных веществ. Зона срастания является серьезной преградой на пути сокодвижения. Первым признаком нарушения процессов срастания частей прививки является образование боковых побегов из верхних ареол подвоя. При их удалении регенерационные процессы возобновляются.

Иногда после стагнации у подвоя начинают активизироваться ниже расположенные ареолы,



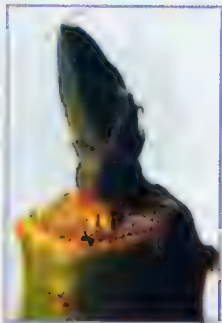
Привитая на *Trichocereus pachanoi* *Blossfeldia filiputana* сформировала декоративную дернгу

что говорит о недостаточном количестве продуцируемых апексом привоя гормонов ауксинового ряда, т. е. о снижении апикального доминирования. Если боковые побеги не удалять, то со временем происходит перераспределение тока веществ, и привитое растение может быть отторгнуто. При своевременном удалении боковых побегов торможения ростовых процессов у привоя не наблюдается.

Другой признак неблагоприятного — это появление придаточных корней у привоя. В некоторых случаях корни могут



Декоративная прививка цветной формы *Euphocalycium friedrichii* на боковые побеги *Austrocylindropuntia cylindrica*



Признак непривития или отторжения прививки — образование придаточных корней у привоя (Ariocarpus retusus, привитый на Ferocactus pomianensis)

проникать в ткани подвоя, но гораздо чаще растут по его поверхности. Если с питанием подвоя все в порядке, то в подавляющем большинстве случаев появление придаточных корней является признаком отторжения частей прививки. Привой целесообразнее укоренить, чему способствуют уже имеющиеся корни.

Снятие с подвоя.

В заключение хочется затронуть вопрос о снятии кактуса-привоя с подвоя и последующем его укоренении. Наиболее простой способ — полное отделение, подсушивание и

последующее укоренение кактуса, как черенка. Для видов, легко образующих придаточные корни, это приемлемо. Буквально через месяц — полтора кактусовод будет иметь корнесобственное растение. Однако далеко не все растения способны укорениться за такой период времени, порой приходится ждать год и даже более. Так, например, кактусы из родов *Ariocarpus*, *Roseocactus*, *Neogomesia* образовывали придаточные корни после подсушивания в течение 3 — 5 лет (данные В. Крачуна). Таким образом, растения просто «теряют» эти годы.

Снятие с подвоя лучше переносят молодые растения. Укоренение и последующее содержание взрослых кактусов требу-

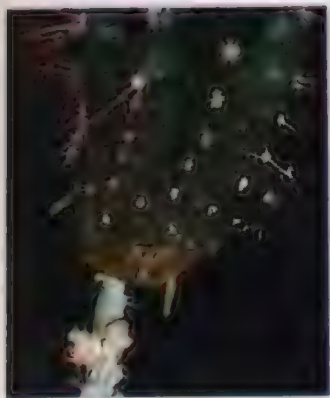
ет повышенного внимания. Субстрат для вновь укорененных растений следует составлять очень легким. Плодородный слой помещают в нижнюю часть горшка или плошки, а вновь образованные корни располагают в крупном песке. Полив целесообразнее производить снизу, что стимулирует рост корней в сторону плодородного слоя.

Микроразмножение

Микроразмножение кактусов — сравнительно новый способ, хотя в растениеводческой практике размножение растительных клеток *in vitro* (в стекле) довольно широко применяется. Для обозначения этого метода в зарубежной и отчасти в оте-



У Neolloydia grandiflora придаточные корни начали расти уже на подвое



Привой сеянец дискокактуса после гибели подвоя образовал придаточные корни

чественной литературе используется термин **микрорепродукция** (*micro-propagation*), а иногда — **клонирование**.

При срастании частей прививки основную роль играет камбий, клетки запасной и сердцевинной тканей не срастаются, а скорее склеиваются. Но открытые участки запасной ткани, неизбежно образующиеся при прививке, как правило, не высыхают. На травмированной поверхности вырастет тонкий слой мелких меристематических клеток, способных к активному делению, закрывающих собой раневую поверхность и способствующих регенерации поврежденных тканей. Таким образом, каллюсная

меристема образуется из любой ткани. Исключением являются разве что ткани колючек, опушения и механические ткани, клетки которых в достаточной степени лигнифицированы и не способны к делению.

Каллюсные культуры получают из разных органов и тканей: стеблей, корней, цветоносов, частей цветка, зародышей листьев растений, имеющих листья.

Применительно к клонированию кактусов *in vitro* в домашних условиях мы будем говорить лишь о методах культуры тканей для клонального размножения.

Результативность этих методов необычайна. Так, при посеве кактусов

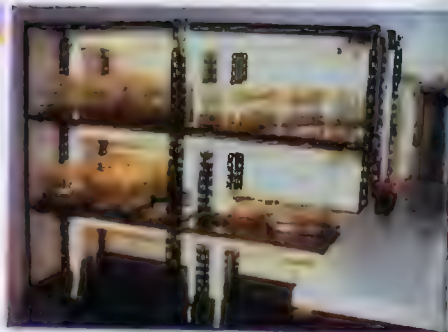
семенами даже при 100%-ной всхожести можно ожидать не более 2% «двойняшек». При вегетативном размножении от маточного растения теоретически можно получить число боковых побегов, соответствующее количеству ареол, практически же — гораздо меньше. При микроразмножении от одного кусочка каллюсной меристемы, содержащей всего 10–100 клеток, можно получить неограниченное количество растений. Естественно, что генный набор у подобных растений будет идентичен, и генеративное размножение перекрестным опылением между ними представляется сомнительным, по зато полностью сохраняются неординарные фенотипические признаки какой-либо высокодекоративной формы.

Суть методов микроразмножения следующая: от растения берут часть ткани и после соответствующей антисептической обработки помещают на стерильную искусственную среду. В результате активного роста раневой меристемы образуется каллюсная масса клеток, из которой,

в свою очередь, формируются побеги.

Как уже было сказано выше, практически любая ткань может формировать каллюсную меристему на искусственной питательной среде. Однако применительно к микропропагации кактусов в подавляющем большинстве случаев берут либо меристематические ткани, либо целые зародыши.

В принципе, микро-размножением можно заниматься и в домашних условиях. Для этого кактусоводу потребуются



Шкафы для клонирования растений

ся кварцевая лампа, небольшой специальный бокс, пробирки, чашки Петри, медицинские скальпели, питательные среды, соответствующие

методики их приготовления.

Главным же залогом успеха в подобных опытах является чистота всего оборудования.

Глава 5 Цветение и плодоношение кактусов

Казалось бы, кактусоводу должно быть безразлично, цветут ли его питомцы или нет. Кактусы и без цветков будут кактусами, их нельзя спутать ни с какими растениями, и даже наоборот, некоторые суккуленты ошибочно называют кактусами. И все же каждое очередное цветение «зеленых ежиков» праздник для коллекционера.

Разные виды кактусов цветут с различной интенсивностью и частотой. Но так уж устроен человек — наиболее трудные в культуре растения он ценит высоко, возводит их в ранг элитных видов. Очевидно, это не лишено смысла — «редкость» в коллекционировании подразумевает ценность, а «ценность» всегда сопряжена с трудностью.

Условия цветения

Физиологически на процесс цветения влияют две группы факторов — внешние и внутренние.

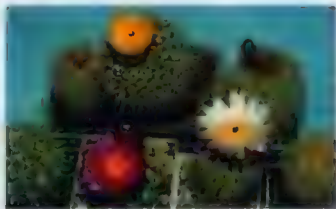
Внешние — это внешняя среда: температура,

водный режим, свет, минеральное и органическое питание и др.; внутренние — это физиологическая готовность растений, возраст, размер, степень зрелости отдельных точек вегетации (ареолы, аксиллы, бороздки).

Внешние факторы, в отличие от внутренних, более изменчивы, их пара-

рую необходимо «наблюдать» растению для «вступления» в ту или иную фазу вегетации. Так, в более северных районах (применительно к северному полушарию) некоторые виды отказываются цвести или цветут гораздо позднее, чем в южных.

От температуры во время зимнего покоя во



Цветущие нотокактусы

метры могут быть изменены по желанию кактусовода и скорректированы в соответствии с требованиями растений.

Температура. В агронорме есть понятие *сумма положительных температур*, подразумевающее сумму средних дневных температур, кото-

многим зависит процесс закладывания цветочных почек в ареолах. Зимовка при температуре 8–10 °C является основой обильного цветения для большинства видов.

Таким образом цветение того или иного экземпляра определяется задолго до появления бутонов. Невнимание кактусово-

вода к зимним температурам влечет не только слабость цветения, но и недоразвитость некоторых частей цветка, в частности пыльников.

На процесс цветения оказывают влияние и суточные перепады температур в вегетационный период. В природе в период стагнации суточный перепад температур может превышать 40 °С. В вегетационный период пределы суточных колебаний температуры сужаются, интенсифицируются фотосинтетические реакции и поглощение питательных веществ и воды.

Для стимуляции закладки и роста цветочных побегов оптимален перепад суточной температуры в пределах 10–15 °С.

Водный режим. В аридных зонах вода пробуждает растения к жизни, активизирует физиологические процессы роста и развития.

В природных условиях в сезон отсутствия осадков (опыты Р. Джонсона) растения *Echinomastus erectocentrus* теряли до 87% влаги, вжимались в почву, ветер засыпал их песком и пылью. Но с первыми до-

ждями кактусы очень быстро восстанавливались в прежнем объеме и активно развивали бутоны.

Конечно же, в умеренной зоне не бывает засухи, аналогичной тexasской или мексиканской, когда влажность воздуха падает до 17% и ниже. Подавляющее большинство кактусоводов содержат своих питомцев на подоконниках, в балконных или оконных тепличках. Такие условия содержания снижают важность водного фактора в цветении кактусов — полив обычно проводят при высыхании земляного кома, и вряд ли кактусовод будет дожидаться значительного снижения объема стебля у своих растений.

Однако при регулярном поливе идет интенсивное потребление азота, активизируются процессы роста клеток и тканей, но тормозятся процессы, связанные с цветением. И действительно, зачем кактусу цвести и тратить жизненные силы на «продолжение рода», если ему и так хорошо и он активно вегетирует.

Свет. Это главенствующий фактор в цветении кактусов в культуре.

Важны продолжительность, интенсивность,

спектральный состав освещения.

Продолжительность светового дня на родине кактусовая, чем в наших регионах. Кактусы — короткодневные растения, оптимальный световой день 8–12 часов. В зоне умеренного климата длина светового дня может достигать 18 часов. При длине дня 14 часов (опыты К. Саулдерсона и др.) кактусы *Chamaecereus silvestrii*, *Mammillaria elongata*, *Opuntia microdasys* интенсивно наращивали массу стебля, но не цвели.

С пробуждением после стагнации при наличии благоприятных условий внешней среды, особенно температурных и водных, растение начинает активно вегетировать. При малой длине фотопериода или же при низкой интенсивности светового потока стебель бледнеет, вытягивается, искривляется по направлению к источнику света. Интенсивность светового потока в московском регионе в солнечный летний день может достигать 160 000 лк, тот же показатель на родине кактусов выше более чем в 10 раз. Для сравнения — на расстоянии 5 см от блока из восьми люминесцентных ламп мощностью 40 Вт интенсивность освещения достигает все-

то лишь 16 000 лк — т. е. почти в 100 раз ниже, чем в природе, но и при такой освещенности большинство кактусов вегетирует

без нарушения эталонного габитуса. Критическим показателем освещенности, по-видимому, является снижение чис-

Дальнее

ленного значения до 10 000 — 8000 лк.

В отношении интенсивности освещения следует отметить, что кактусы, обладающие зеленым эпидермисом, не затененным собственными колючками, опушением, сосочками, ребрами. например голые (*nudum*) формы некоторых видов из родов *Aztekium*, *Lophophora*, *Obregonia* и других в природе растут в притенении — это либо тень от крупных камней или растений, либо скользящая

тень от трав и ветвей, либо эти кактусы почти полностью засыпаны землей, песком, растительными остатками и т. п. То есть эти растения не получают максимальной инсоляции в течение всего светового дня, в противном случае они погибли бы от перегрева. В культуре подобные виды растут даже при освещенности 2000—4000 лк, но не формируют цветочных побегов.

Хрестоматийным является опыт, проведенный М. Геслерфером в начале XX века: срезанная плеть одной из опунций провита села на веревке в перевернутом состоянии на открытом солнце более

5 лет, и растение выжило. Такое же растение, постоянно ориентированное в период активной вегетации одной стороной на солнце и вращаемое в соответствии с его дневным перемещением по небо-

склону, получило сильнейшие ожоги и потеряло значительную часть биомассы.

При выращивании своих питомцев на подоконниках или в теплицах за стеклами нужно учитывать, что обычное оконное (или, как его еще называют, витринное) стекло практически не пропускает ультрафиолетовые лучи, и растения получают лишь видимые и инфракрасные лучи.

Максимально процессы световой фазы фотосинтеза проходят при преобладании в спектре дальних красных лучей с длиной волны 660 нм. На широте Москвы высокая доля красных лучей с такой длиной волны в солнечном спектре присутствует



Цветок
*Thelocactus
hexaedrophorus* открывается на
1—2 дня

при нахождении солнца над горизонтом под низким углом.

В настоящее время существует гармоничная теория регулирования

процессов цветения у длинно- и короткодневных растений. Базируется эта теория на определении *критической длины дня* для различных групп. Для длиннодневных растений этот показатель равняется примерно 14 часам. При

снижении длительности фотопериода развитие цветочных побегов резко снижается. У короткодневных растений критическая длина дня — 12 часов, снижение до 8 часов стимулирует цветение, а увеличение — тормозит.

Культивируя кактусы на подоконниках, где они получают одностороннее освещение, кактусовод не задумываясь приближает длительность фотопериода к короткому дню. Но через оконное стекло растения не получают ни необходимого в полной мере спектрального состава

света, ни должной его интенсивности. Довольно часто городской любитель кактусов должен мириться с фактом дополнительного затенения своих растений деревьями или соседним домом. Подобные условия стимулируют рост вегетативных органов, но не цветение.

Органическое и минеральное питание. Его уровень и полноценность является базовым фактором практически любого физиологического процесса, тем более связанного с ростом и специализацией тканей. Необходим повышенный уровень фосфорного питания перед началом цветения — фосфор входит в состав молекул ДНК и РНК, является одним из элементов клеточных мембран, энергетических веществ и ферментов.

Процентное содержание фосфора в сухом веществе кактусов, произрастающих в природе, гораздо выше, чем у культурных растений. Прежде всего это связано с бедно-

стью почв азотом в местах произрастания большинства кактусов. В культуре же растениям, как правило, предоставляется избыточное количество азота, а о фосфоре чаще всего забывают.

Общая закономерность в подходе к азотно-

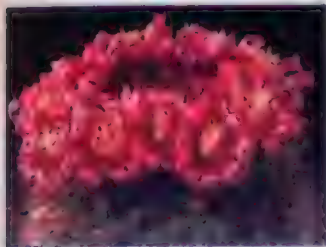
фосфорным компонентам минерального питания следующая: азот влияет на процессы роста клеток и тканей; фосфор, с одной стороны, стимулирует цветение, с другой, активизирует поглощение азота. То есть одним из факторов поглощения



Одиночный
цветок
*Gymnocyl-
cium pflanzii*



Несколько
одновременно
открытых
цветков
*Krainzia guel-
zowiana*



Венчик из
цветков
на апикаль-
ной части
стебля
*Mammillaria
spinosissima*



Полностью
раскрытый
цветок
*Astrophytum
asterias npi*
освещении
120 000 лк

мозятся не только процессы роста колючек и опушения, но и в значительной степени задерживается или полностью останавливается закладка цветочных побегов.

Нельзя отрицать симбиотической связи кактусов, их корневой системы с грибами и бактериями, которые выделяют в почву низкомолекулярные органические вещества, стимулирующие процессы цветения.

Немаловажен вопрос длительности цветения как одного цветка, так и растения в целом от этого зависит и опыление. В природе кактус должен отцвести и завязать семена в определенный период вегетации. Это прежде всего сопряжено с циклами животных-опылителей: муравьев, перепончатокрылых, жесткокрылых, пауков, некоторых птиц, летучих мышей. Именно от специфики опылителя зависит форма и размер цветка, глубина расположения нектарных камер, окраска и время открытия цветка. Чем жестче условия внешней среды и уже круг опылителей, тем длительней период цветения.

азота корнями является наличие фосфора и в тканях, и в почве. Поэтому чрезмерное применение

минеральных удобрений, особенно азотных, ведет к усилению роста тканей стебля, но при этом тор-

Некоторые кактусы образуют по нескольку цветков сразу, у маммиллярий многочисленные мелкие цветки образуют цветочный венчик в верхней части стебля. Другие виды, например некоторые телокактусы, открывают цветок на один сутки, что связано с появлением на свет насекомых-эфемеров, жизнь которых длится не более суток. Если кактус «рассчитывает» приманку ночных животных, он имеет белый цветок, как у дискокактусов, или же огромный, более 20 см в диаметре, как у селеницереусов. Часто эти два приема объединяются и к

ним может добавиться нежный аромат.

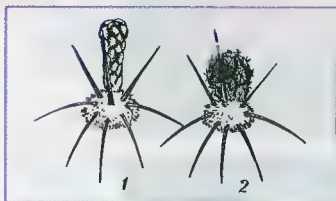
Более независимо себя «чувствуют» самоопыляющиеся виды, но и у большинства из них развиты великолепно окрашенные венчики-приманки для животных-опылителей.

Установлено, что цветок кактусов открывается на один и тот же промежуток времени несмотря на различную длину светового дня, — это своеобразные биологические часы. Степень раскрытия цветка зависит и от силы света — максимальное раскрытие цветка наблюдается при наибольшей силе света.

Строение цветка

Цветок — это видоизмененный побег. И бутон, и боковой побег развиваются из одной и той же меристемы в верхней части ареолы, аксиллы или бороздке, соединяющей ареолу и аксиллу. Более того, у кактусов цветочные и вегетативные побеги настолько близки, что при изменении условий содержания бутон может переродиться в боковой побег или же на завязи цветка вырастает вегетативный побег, как у перескии и некоторых опунций.

Цветочный побег, как и стебель, может иметь кристатную форму, хотя подобное явление — большая редкость.



Цветочный (1) и вегетативный (2) побеги формируются в вегетативной точке



Цветок *Opuntia phaeacantha* на ребре членика



Апикальное
расположение
цветка
Obregonia
denegrii

Цветок на стебле может занимать как верхушечное (**апикальное**), так и боковое (**латеральное**) положение, формироваться в молодых или старых вегетативных точках.

У некоторых кактусов образуется **цефалий** — покрытая густым опушением видоизмененная часть стебля, из которого и появляются цветки.

У кактусов из родов *Neoraimondia* и *Neocardenasia* готовые к цветению ареолы формируют короткие цилиндрические побеги, сплошь покрытые коротким опушением, — из этих побегов, как из цефалия, появляются цветки. Цветочные ареолы этих растений формируют цветки из года в год, функционально приближаясь к цефалию.



Нижнее расположение цветков
Lobivia raphidacantha



Боковое расположение
цветков
Rebutia
(*Aylosteria*)
muscula

Обычно из ареолы появляется только один цветок, но опять-таки в ареолах некоторых *Lophocereus*, *Myrtillocactus*, *Neoportheria*, *Rhipsalis* может образоваться сразу несколько цветков, а цветки пересканный собраны в кисти.

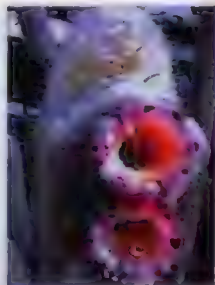
Как и большинство вегетативных побегов, цветки кактусов обычно имеют центральносимметричное расположение и называются **актиноморфными**. Цветки зигокактусов, апорокактусов, клейстокактусов, имеющие двустороннюю симметрию, называются **зигоморфными**.

В центре цветка расположен пестик с многочисленными тычинками вокруг него. Совокупность всех тычинок цветка называется **андроцеом**, а пестик или совокупность не-

скольких сросшихся пестиков — *гинецеем*.

В строении тычинок различают парный пыльник, соединенный стяжкой, и тычиночную нить. Длина тычиночной нити у различных представителей семейства варьирует в значительных пределах. Тычиночные нити некоторых кактусов родов *Opuntia*, *Pereskia*, *Echinopsis*, *Echinocereus*, *Lophophora*, *Coryphantha*, *Notocactus* при раздражении пригибаются к пестику.

В пыльниках образуется и созревает **пыльца** — пыльцевые зерна, в которых находятся две мужские половые клетки. Функция пыльцы состоит в приспособленности к переносу половых клеток на женскую часть цветка и в предохранении их от внешнего воздействия.



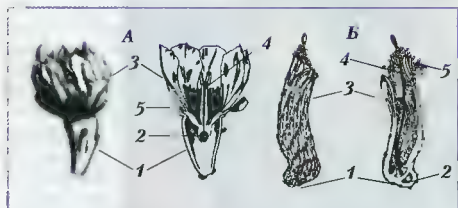
Цефалистые кактусы:
Discocactus horstii (1)
и *Melocactus glaucescens* (2)
с махушатым цефалом;
Austrocephalocereus lehmannianus с боковым цефалом (3)

При микроскопическом исследовании видно, что пыльца кактусов имеет разнообразную форму, снабжена выростами и углублениями, шипами и

грешинами. Ввиду того, что внешний вид пыльцевого зерна в меньшей степени подвержен мутационным изменениям по форме пыльцы можно судить о степени родства между определенными видами и родами.

Женская часть цветка представлена трубчатым пестиком с расширением у основания и рассечением верхней части на несколько лопастей. Он состоит из **завязи, столбика и рыльца**.

Формы рылец пестиков очень разнообразны,



Строение актиноморфного цветка *Opuntia ficus-indica* (А) и зигоморфного цветка *Cleistocactus wendlandiorum* (Б): 1 — завязь; 2 — семяпочка; 3 — лепестки; 4 — пестик; 5 — тычинки (по W. Rauh)



Разнообразные формы рыльца пестика:

1 *Lemaireocereus dimortieri*; 2 *Lepismium cavernosum*; 3 *Zygocactus truncatus*; 4 - *Aporocactus flagelliformis*; 5 *Dolichothele longimamma*; 6 *Hylocereus lemairei*; 7 *Rebutia* sp. (no S. Brehme)

количество лопастей может отличаться на 1–5 в пределах одного потомства и даже на одном растении. Но функция рыльца неизменна — прием пыльцы и обеспечение благоприятных условий для ее прорастания. Поэтому поверхность рыльца имеет железистое строение с многочисленными выростами-ворсинками, связанными с железками. При попадании на рыльце пыльца раздражает ворсинки, и железки выделяют богатый гиббереллином сок.

Рыльце пестика, как правило, располагается на уровне или чуть выше тычинок, но может находиться и в глубине цветка или быть далеко вынесены за его пределы — здесь все зависит от длины столбика.

Столбик пестика имеет трубчатое строение и также выстлан микроскопическими ворсинками. При прорастании пыльца образует пыльцевую трубку, которая проника-

ет вовнутрь столбика. Пыльцевая грубка движется по ворсинкам и «подпитывается» выделением железок.

Основная часть пестика — завязь. Именно здесь располагаются неоплодо-

творенные зародыши **семяпочки**, или **семязачатки**, прикрепленные к стенкам завязи семенными канатиками. Семяпочки могут располагаться по одной или по несколько на канатике, а иногда образуют гроздь по 15–20 и более семяпочек. При созревании семян стенки завязи разрастаются и образуют плод.

Завязь пестика может располагаться открыто —



Зигоморфный
цветок
*Schlumbergera
hybr.*



Цветок
*Lophophora
[williamsii v.]
jourdaniana* с
четырьмя лопа-
стями рыль-
цем пестика



Зеленые пестики цветков
Mammillaria svingleyi



Красный пестик цветка
Notocactus buiningii

верхняя завязь, или сростается с основанием лепестков — нижняя завязь, что и характерно для семейства *Cactaceae*.

У большинства представителей семейства основание цветка не вращается в ткани стебля, некоторые же виды (например, рипсалисов) имеют цветки, врастающие в стебель.



Цветок
Astrophytum asterias
рыльце пестика имеет
десять лопастей

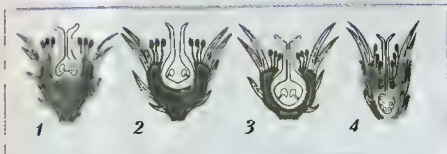
У таких кактусов, как *Lophophora williamsii* v. *decipiens*, *Gymnocalycium mesopotamicum*, *Gymnocalycium leeanum*, некоторые опушцы, может наблюдаться явление псевдодвудомности (ложной двудомности), когда при определенных условиях в обоеполых цветках тормозится развитие либо пыльцы, либо семязачатков. По литературным данным, псевдодвудом-



Среди цветков
Ariocarpus retusus с
миллионами
рыльцами
распустился
цветок с
пятилопастным
рыльцем пестика



Андроцей
и рыльце
пестика
Lophophora
jourdaniana
(продольный
разрез
цветка)



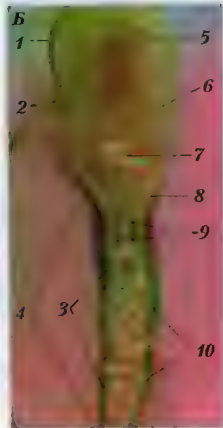
Расположение завязи в цветках кактусов:
1 - верхнее положение в цветках *Pereskia bahiensis*; 2 - полулунная завязь у *Pereskia sacharosa*; 3 - полулунная завязь у *Rhodocactus*; 4 - нижняя завязь у *Gynnocalycium*. Такой тип завязи свойствен подавляющему большинству кактусов (по F. Vixbaum)



Завязь цветка *Gynnocalycium mihanovichii* v. *filadelphense* крупным планом (А) и цветок в разрезе (Б): 1 - цветочные лепестки; 2 - тычинки; 3 - завязь; 4 - трубка; 5 - пыльники; 6 - тычиночные нити; 7 - рыльце пестика; 8 - столбик пестика; 9 - нектарная камера; 10 - семязачатки

ность особенно присуща самоопыляемым кактусам, например, некоторым лофофорам, маммилляриям, мелокактусам, фрайлеям. Хотя нельзя отрицать факта присутствия в любых популяциях кактусов экземпляров с псевдодвудными цветками.

Наиболее близки к однополым цветкам *Mammillaria dioica*. Андроцей в женских цветках этого кактуса может быть полностью редуцирован. В мужских же цветках хотя и присутствует развитый пестик, но семяпочки в завязи не образуются.





Цветок *Pseudolobivia obrepanda* достигает длины 20 см (на трубке имеются ареолы с тонкими колючками)



Широко-
воронковидный
цветок
Notocactus
(*Eriocactus*)
warassii



Довольно
невзрачные
цветки
Uebelmannia
pectinifera



Воронковидный цветок
Neogomesia agavoides с голый
трубкой может достигать
диаметра 4-5 см, но у данной
карликовой формы цветок диа-
метром и длиной всего 1 см

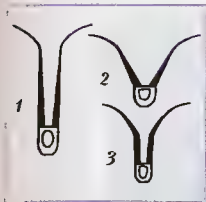


Цветки
Matmillaria
chionocephala
достигают
длины всего
1 см

Цвет, форма, размер околоцветника очень различны в семействе *Cactaceae*. Цвет лепестков изменяется от белого, розо-

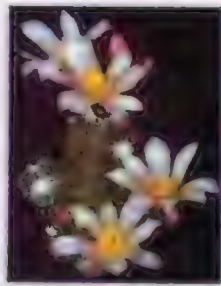
вого, желтого, желто-зеленого, зеленого до оливково-коричневатого и разнообразных оттенков красного и фиолетового.

У белого или желтого цветка может быть красный зев, а у красного или розового — белый или зеленый. По центру лепест-



Основные типы формы акти-
номорфных цветков в подсе-
мействе *Cereoideae*:

- 1 – трубчатая форма;
- 2 – колокольчатая форма;
- 3 – воронковидная форма
(по F. Vixbaum)



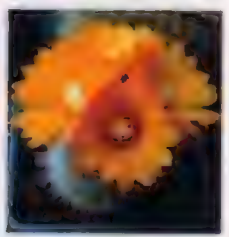
Цветки *Blossfeldia liliputana*
имеют диаметр не более 1 см



Широколокольчатые цветки
Soriparoa laui



Колокольча-
тый цветок
Ferocactus
latispinus



Красный зев желтоокрашенно-
го цветка пародии



Темная пиг-
ментирован-
ная жилка,
проходящая
вдоль лепест-
ка *Mammil-*
laria blossfel-
diana



Цветок *Selenicereus pteranthus*
достигает длины 33 см и диа-
метра 22 см



Темноокрашенный зев светло-окрашенного цветка
Astrophytum capricorne (цветок достигает 7 см в диаметре)



Зеленый зев
пурпурного
цветка
*Echinocereus
reichenbachii*
(цветок длин-
ной и диамет-
ром до 7 см)



Вариабель-
ность окра-
ски цветка
в пределах
одного вида
на примере
*Parodia
horrida*



Вариабель-
ность окра-
ски цветка
у одного рас-
тения
на примере
*Opuntia
rhodantha*

ка может проходить ли-
ловая, коричневая или
белая жилка. Таких цве-
товых сочетаний очень
много.

По форме цветки как-
тусов можно разделить на
трубчатые, колокольча-
тые и воронковидные,
также встречаются и про-
межуточные формы.
Трубка бывает голой,
с чешуйками или ареола-
ми, несущими колючки,
волоски или щетину. Дли-
на трубки у некоторых
видов достиг ает 30 см.
Варьирует и степень от-
крытости цветка, поэтому
при описании формы
цветков часто упоминяют
гермины: коротко-
трубчатый, длиннотруб-
чатый, широковоронко-
видный. При недостаточ-
ном освещении колоколь-
чатые цветки могут при-

нимать воронковидную
форму.

По диаметру цветки
кактусов варьируют от
гигантских (25–35 см у
селеницереусов, хилоце-

реусов) до крошечных, в
несколько миллиметров
(у эпителианг).

У кактусов, за исклю-
чением примитивных
видов, нет чашелисти-

ков — лепестки постепенно зеленеют, укорачиваются, срастаются в трубку, иногда переходят в чешуйки (которые ни в коей мере нельзя считать видо-

измененными чашелистиками).

Нектарная камера находится в глубине цветка у завязи так, что, дотягиваясь до нее, насеко-

ЦВЕТУЩИЕ

мые-опылители обязательно касаются тычинок и обсыпаются пылью.

Цветущее растение всегда доставляет радость, тем более, когда это растение — кактус. Ведь не каждому дано видеть колючее чудо. Можно подобрать виды, цветущие друг за другом в течение всего года. В условиях московского региона кактусы наиболее распространенных родов цветут в следующем порядке:

январь — *Rhipsalis*;
февраль — *Erythrorhipsalis*;
март — *Ancistrocactus*, *Hattoria*, некоторые *Mammillaria*, *Pelecypora*, *Rhipsalis*;
апрель — *Aporocactus*, *Aylosteria*, *Echinocereus*, *Echinofossulocactus*, *Rhipsalidopsis*, *Apophyllum*, *Escobaria*, *Frailea*, *Gymnocalycium*, *Krainzia*, *Lobivia*, *Lophophora*, *Mammillaria*, *Neoporteria*, *Pseudolobivia*, *Rebutia*, *Rhipsalis*, *Turbinicarpus*;
май — *Astrophytum*, *Brasilicactus*, *Dolichothele*, *Echinocereus*, *Echinopsis*, *Epithelantha*, *Gymnocalycium*, *Lobivia*, *Mammillaria*, *Neochilenia*, *Notocactus*, *Rebutia*;

июнь — *Echinocereus*, *Gymnocalycium*, *Krainzia*, *Lobivia*, *Mammillaria*, *Neochilenia*, *Discocactus*, *Lophophora*, *Astrophytum*, *Parodia*, *Rebutia*, *Rhodocactus*, *Selenicereus*;

июль — *Dolichothele*, *Gymnocalycium*, *Lepismium*, *Lobivia*, *Mammillaria*, *Opuntia*, *Wigginsia*, *Discocactus*, *Lophophora*, *Astrophytum*;

август — *Dolichothele*, *Epithelantha*, *Eriocactus*, *Gymnocalycium*, *Homalocephala*, *Leuchtenbergia*, *Mammillaria*, *Notocactus*, *Opuntia*, *Parodia*, *Ariocarpus*;

сентябрь — ноябрь — *Neogomesia*, *Rhipsalis*;

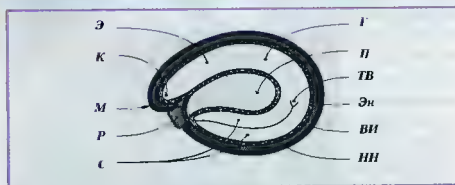
декабрь — некоторые *Mammillaria*, *Rhipsalis*, *Schlumbergera*.

Время цветения конкретных видов может варьировать в зависимости от климатических условий. Кактусовод может сдвинуть жизненный цикл растения, стимулируя многие физиологические процессы, в том числе и цветение.

Опыление и оплодотворение

В пыльцевых зернах попарно располагаются микроспорангии и одна вегетативная клетка, впоследствии образующая пыльцевую трубку.

В одном пыльнике образуется в среднем от 40 до 200 пыльцевых зерен. Количество же ты-



Строение типичного центральноспермального семени:

Э — эмбрион; К — корень зародыша; С — семядоля; Г — гипокотиль зародыша; П — перисперм; Эп — эндосперм; ТВ — точка вегетации; М — микротиле; Р — рубчик; ВП — внутренний интегумент; НН — наружный интегумент (по W. Rauh)

чинок в цветках кактусов редко меньше 10, у большинства видов достигает 50–80. Число семязачатков в завязи, даже у мелкосемянных видов, не превышает сотни. Таким образом, число спермиев может в сотни раз превышать число яйцеклеток.

Яйцеклетка находится в зародышевом мешке, представляющем основную часть семязачатка. Семязачаток имеет более сложное строение, именно здесь завязывается и растет зародыш и питающие его ткани семени, поэтому следует несколько подробнее остановиться на его строении.

Внутри завязи образуется полость, по стенкам которой проходят проводящие сосуды, переходящие в отрастающие от стенки завязи семенные ножки **фуникулы**, которые у кактусов могут располагаться последовательно один за другим (*Astrophytum*) или по несколько отходить от одной точки (*Thelocactus*). У некоторых кактусов они расположены гроздью (*Parodia*) или кистью (*Erdisia*).

К семенной ножке прикреплен **семязачаток**, или **семяпочка**. Семязачаток покрыт двумя



Два цветущих экземпляра *Strombocactus disciformis*



Мягкой кисточкой с пыльников одного из цветков собирают пыльцу и опыляют ею рыльце пестика на другом растении



Собранная на кисточку пыльца *Strombocactus disciformis*

оболочками — **интегументами**, причем внешняя уже имеет характерный для зрелого семени рисунок из выростов, бородок, бугорков и углублений.

Под интегументами расположен **нуцеллус** с полостью — **зародыше-**

вым мешком, который связан с завязью крошечным отверстием — **микропиле**, обрамленным выростами внутреннего интегумента — **обтураторами**. Место схождения нуцеллуса, интегументов и фуникулы называется **халаза**.

В зародышевом мешке ближе к микропиле находится яйцеклетка и сателлиты, в противоположном халазальном конце — несколько клеток **антиподов**. В центре мешка лежит **центральное**, или **вторичное ядро**, образованное двумя клетками. Эти клетки могут сливаться в одну, образуя двужадерную клетку. Как показывают последние исследования, в формировании вторичного ядра участвует одна сателлитная и одна антиподная клетка.

Ввиду того, что зародышевый мешок развивается из одной клетки — **мegasпоры** с гаплоидным набором хромосом, — все клетки зародышевого мешка тоже имеют гаплоидный набор хромосом.

Пыльца, переносимая животным-опылителем (реже ветром), попадает на рыльце пестика, раздражает его ворсинки, вызывая выделение богатого биологически активными веществами сока, и набухает. Наружная оболочка пыльцы (**экзина**) лопается, а внутренняя оболочка (**интина**) вытягивается в **пыльцевую трубку** благодаря высокому уровню сахаров (до 30%) и гиббереллиновых гормонов в соке. На конце пыльцевой трубки находится вегетативная клетка, а за ней —

пара мужских клеток. Пыльцевая трубка растет по направлению к центру столбика пестика и, пропихивая туда, удлиняется и достигает завязи.

В завязи пыльцевая трубка изгибается и проходит через микропиле одного из семязачатков в семенной мешок. Спермии разрывают стенку трубки и сливаются: один с яйцеклеткой, а второй со вторичным ядром, образуя клетку с триплоидным набором хромосом. Эта клетка дает начало питательной ткани семени — **эндосперму**.

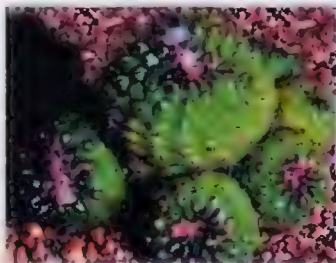
У кактусов эндосперм поглощается зародышем на ранних стадиях его развития. Запас питательных веществ откладывается в **перисперме** — ткани, образованной из клеток нуцеллуса.

Ввиду того, что проросток столбика пестика не способен «пропустить» сразу все пыльцевые труб-

ки попавшей на рыльце пыльцы — процесс оплодотворения всех семязачатков растягивается во времени.

Стоит также отметить, что чрезмерная влажность воздуха отрицательно влияет на оплодотворение, так как пыльца начинает прорастать уже в пыльниках.

Суть полового размножения сводится к соединению генетической информации от разных родительских пар в потомстве, однако некоторые виды и даже роды (например, *Melocactus*) выработали способность оплодотворять яйцеклетки спермиями из собственного цветка — самоопыляться. Казалось бы, что генетическая информация у родителя и потомков идентична. Однако это далеко не так —

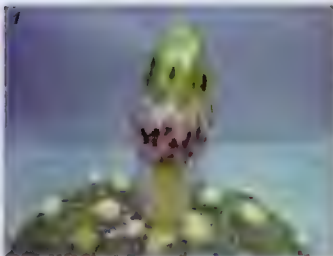


Клейстогамные (самоопыляющиеся без раскрытия) цветки Frailea schilinzkiana

растения одного потомства, выращенные из семян, завязанных при самоопылении, способны скрещиваться между собой, в отличие от вегетативных потомков одного магеринского растения.

Самоопыление в семействе *Cactaceae* довольно широко распространено. Здесь можно встретить даже его крайнюю форму - *клеистогамию* - опыление без открытия цветка. В культуре из клейстогамных кактусов наиболее известны представители рода *Freilea*. Их приспособленность к клейстогамии настолько сильно развита, что эти кактусы развивают и полностью раскрывают свои цветки лишь при сильном солнечном освещении.

Передки случаи, когда в норме несамоопыляющиеся виды способны завязывать семена при опылении собственной пылью. Более того, в зависимости от



Искусственно вызванная клеистогамия у *Astrophytum asterias*: типичный бутон (1) и бутон, обработанный химикатами (2)

условий внешней среды и от состояния растения можно наблюдать самоопыление экземпляров, не являющихся самоопыляющимися.

Подавляющее большинство кактусов имеют цветки, обладающие *автостерильностью* — не-

восприимчивостью к собственной пылице. Для успешного оплодотворения требуется пыльца другого, генетически отличного экземпляра. Процесс переноса пылицы с одного цветка на другой называется *перекрестным опылением*.

В культуре роль опылителя выполняет коллекционер. Используют тонкую кисточку с мягким волосом, проводят по пыльникам цветка одного экземпляра, а затем — по рыльцу пестика другого цветка. Процедуру повторяют 2—3 раза и если цветок открыт более одного дня — на следующий день.

При другом способе искусственного опыления тонким пинцетом отрывают несколько тычинок от одного цветка и их пыльниками опыляют рыльце пестика другого. Опыление повторяют, как и при первом методе.

Таким образом, для перекрестного опыления необходимо иметь два цветка.

щих одноименных кактуса. В действительности же в коллекции трудно ожидать одновременного цветения у всего лишь двух экземпляров. И чем сложнее культура вида, тем более несовместимы

периоды цветения отдельных экземпляров, поэтому для успешного перекрестного опыления кактусовод должен иметь 4-10 растений одного наименования.

Влияют ли факторы внешней среды на опыление и оплодотворение, ведь эти процессы занимают ничтожно малый промежуток времени. В природных условиях у *Echinomastus erectocentrus* и *aculeatus* (опыты Р. Джонсона) прорастание пыльцы проходит активнее при снижении температуры воздуха и солнечного освещения, т. е. в вечернее, ночное или утреннее время; процессы опыления стимулируются повышенной влажностью воздуха (в природных условиях до 37°); пыльца активнее прорастает на рыльцах пестиков «молодых» цветков в начале периода цветения, что, по-видимому, связано со старением железистой ткани рыльца пестика.

В цветочном побеге после успешного опыления и оплодотворения меняется гормональный уровень, синтез и поступление биологически активных веществ. Увядают цветочные лепестки, ан-

тез и верхняя часть гинецея. Вещества и вода переходят в нижнюю часть цветка — в завязь. Также в завязь из стебля поступают питательные, биологически активные вещества и гормоны, в частности ауксины и кинетины, активизирующие клеточное деление, и стенки завязи разрастаются.

В период *начального роста* зародыша происходит усиленное деление клеток зародыша, эндосперма, в оболочке начинают накапливаться пигментные вещества, и семязачатки постепенно приобретают буроватый цвет. В семязачатках содержится большое количество белков, жиров и простых сахаров, около 80% воды — т. е. созданы все условия для усиленного и качественного деления и роста клеток.

В фазе *молочной спелости* в семенах снижается количество воды и повышается доля сухого вещества. Основные органы зародыша уже заложены,

и идет их количественный рост. Эндосперм поглощен зародышем и начинается усиленное формирование перисперма.

В период *восковой спелости* продолжается обзавоживание семян. В клетках перисперма начинается синтезироваться крахмал и откладываться в запас в виде зерен; синтез белка снижается. Зародыш приобретает плотную консистенцию. Наружная оболочка становится тверже, усиливается интенсивность его окраски.

В фазе полной зрелости количество воды в тканях семени минимально — ниже 10%. В оболочках, особенно во внутренней, накапливаются ингибиторы роста клеток, в частности абсцизовая кислота. В зародыше же, наоборот, накапливается огромное количество гормонов, стимулирующих клеточное деление, но связанных в виде солей с ионами металлов: натрия, кальция или калия. Энергия в семени запасается как в ви-



Плод *Lobivia akersii*



Плоды *Navajoa taja* с сохранившимися остатками перикарпа

де крахмала, так и в виде легких жиров.

Плоды и семена

По мере развития семян изменяется внешний вид репродуктивного побе-



Растрескивающие «ягоды»
Notalocercus texensis



Растрескивающие сухих
плодов
Turbinicarpus pseudo-macrochele



Растрескивающие сочного
плода
Discocactus araneispinus

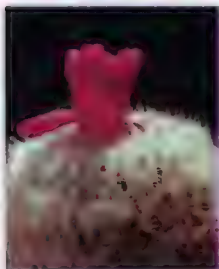
га. Верхняя часть цветка — лепестки и часть трубки — увядают, осыпаются или остаются в виде сохранившихся чешуек. Завязь разрастается, превращается в плод.

Плод кактуса — ягодообразный с сочным мяси-

стым околоплодником, сухим или полусухим. В процессе созревания и сочные, и сухие плоды могут трескаться, как в горизонтальном так и в вертикальном направлении, что дало некоторым система-



Свежая
сочная
«ягода»
Roseocactus
kotschoubeyanus (видны
схлопшиеся
остатки
венчика)



Апикальное расположение пло-
дов *Epithelantha micromeris*



Сочные све-
жие и высо-
хшие прошло-
годние плоды
Rurthocactus
rugatus

тикам повод для группи-
ровки видов кактусов по
этому признаку.

Сочные плоды какту-
сов, как правило, посяда-
ются животными. семена
попадают в пищева-
рительный тракт, подвергаясь
стимулирующему воз-



Сухие плоды кактусов:
1 - небольшой плод *Parodia*
aureispina с остатками высох-
шего венчика скрыт в глубине
между колючками; 2 плоды
Parodia horrida полностью по-
крыты плесенью (плод слева от-
делен, видны черные семена)



Пример базального расположения плода *Rebutia violaciflora* v. *rosea*



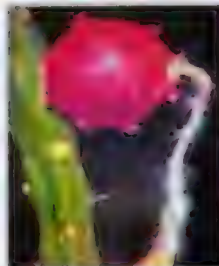
Образование
плода
Uebelmannia
pectinifera
в ареоле



Образование плода в продольной бороздке у *Coryphantha elephantidens*



Темноокрашенные (1)
и светлые (2)
ягод-
образные
плоды раз-
личных видов
мелокактусов



Шаровидный плод у *Eriocereus martini*

действию желудочно-кишечных соков или прилипают сочными семенными ножками к перьям или шерсти и переносятся на сравнительно большие расстояния, что обеспечивает распространение

этих видов и расширение их ареалов.

У представителей некоторых родов кактусов сухие плоды растрескиваются и семена рассыпаются вокруг материнского растения, иногда разносят-



Опушение на
плодах астро-
фитума

ся насекомыми. востром
Чаще попадают под круп-
ные элементы грунта, либо
застревают в сосочках, бу-
горках или аналогичных
выростах на стебле мате-
ринского экземпляра.

Сочные плоды, не бу-
дучи съеденными, со вре-
менем высыхают, все еще
оставаясь на материнском
растении, затем растрес-
киваются, и семена высы-
паются около растения.
Чешские ученые в свое
время опубликовали ма-
териал об исследовании
одного из мест произрас-
тания *Ariocarpus trigonus*,
где в аксилах с старых
крупных экземпляров,
часто заполненных орга-
ническими растительны-
ми остатками, растут мо-
лодые растения.

Можно встретить
примеры, когда сочные
плоды осыпаются, и се-
мена прорастают непо-
средственно в «ягодах».



Крупные плоды *Opuntia engel-
mannii*



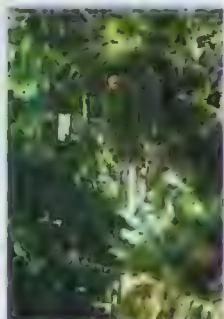
Мелкие плоды рипсалисов в культуре (1 *Rhipsalis ramulosa*)
и в природе (2 *Rhipsalis* sp., Аргентина)

А у представителей рода
Hamatocactus семена
иногда прорастают даже
в не отделенном от расте-
ния плоде.

Плоды могут иметь
арсолы с колючками или
опушением (*Opuntia*, *Neo-
chilenia*, *Selenicereus*), че-
шуйками (*Gymnocalycium*,
Weingartia, *Thelocactus*),
иногда — и колючками, и
опушением (*Lobivia*, *Rau-
hocereus*), либо бывают го-
лыми (*Mammillaria*, *Disco-
cactus*).

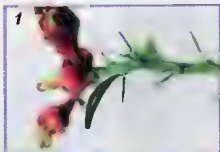
Плоды с загнутыми
колючками разносятся це-
лыми, цепляясь, подобно
плодам репейника, за
шерсть или перья.

По форме плоды как-
тусов могут быть удли-
ненными, шаровидными.



грушевидными, продолговатыми или иметь персиковую форму. Передко плод венчает высохшая цветочная трубка. Размер плода колеблется от нескольких миллиметров до 15 см и более.

У персский и некоторых опунциевых можно наблюдать явление **пролиферации**, когда из ареол, расположенных на сформированной «ягоде» вырастает придаточный вегетативный или генеративный побег.



Пролиферация у Pereskia grandiflora (1), Opuntia azyrea (2), Cylindropuntia leptocaulis (3)



Opuntia ficus-indica - один из основных видов кактусов, используемых в питании

Плоды многих кактусов съедобны и имеют своеобразный вкус. Они пользуются большим спросом в Колумбии, Гондурасе, Израиле, Мексике и Никарагуа. «Ягоды» *Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undulatus*, *Stenocereus queretaroensis* в

Время созревания плодов кактусов варьирует от нескольких недель (*Frailea* sp.sp.) до года, когда плод вырастает внутри стебля и появляется только через довольно большую щель после опыления. Такие ягоды могут быть сочными (*Mammillaria* sp.sp.) или высохшими до такой степени, что семена просто-напросто высыплются, и создается впечатление «безъягодного» образования семян (*Encerhalocarpus*).

обиходе называют **питайя** (*pitahaya*, *pitajaya*, *pitaya*), плоды некоторых видов опунций и по-ацтекски именуют гуна (*tuna*). Ягоды этих кактусов можно есть сырыми или термически обработанными, из них готовят варенья или джемы.



Плоды культурных сортов опунций, селекционированных в Кингсвильском Университете (США, штат Техас), имеют высокий уровень сахаристости и низкое содержание семян



Сорт 1319 имеет небольшие «ягоды», достигающие веса 131 г, с содержанием семян 2,21 г/плод и сахара 12,2% (урожайность 2,03 т/га)



Сорт 1281 имеет ягоды, достигающие веса 155 г, с содержанием сахара 11,8% (урожайность 22,7 т/га)

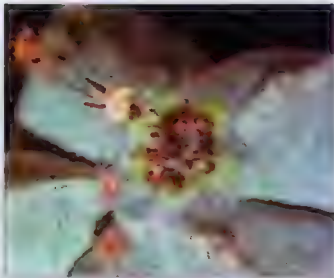


Конфеты, мармелад и джемы, приготовленные из плодов кактусов

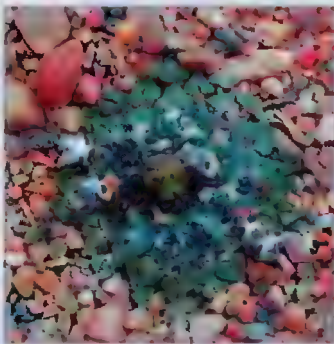
Количество семян в плодах кактусов варьирует от одного (некоторые формы *Pelecyphora aselli-formis*) до 1500 (*Trixanthocereus blossfeldiorum*).

По форме и строению семян можно определить родственные и эволюционные связи растений внутри определенных таксономических групп. Форма семян, характерный рисунок его кожуры мало подвержены факторам внешней среды, как правило, вызывающим отдельные мутации.

Изменение формы и размеров семян, характера его строения бывает сопряжено с изменениями формы стебля, отдельных его частей. Однако эти изменения не всегда положительно коррелируют друг с дру-



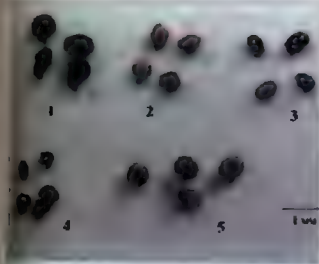
Лопнувшие плоды *Astrophytum myriostigma*, на семенах видны сочные семенные ножки, прилипающие к перьям и шерсти при поедании ягод животными



Созревшие прошлогодние семена и свежий бутон на *Roseocactus kotschoubeyanus*



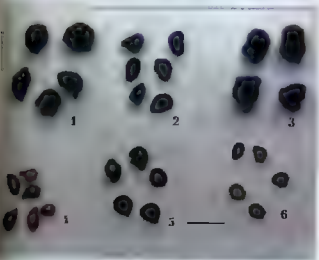
Семена кактусов *Rhodocactus autumnalis* (1) и *Brodiaea candelaris* (2) под сканирующим микроскопом (длина прямоугольника = 200 мк); М — микропиле; Р — рубчик



Мелкие семена овальной формы:
1 - *Brasilicactus graessnerii*;
2 - *Mammillaria crucigera*;
3 - *Gymnocalycium zagarrae*;
4 - *Gymnocalycium pflanzii*;
5 - *Gymnocalycium eurypleurum*



Семена лодочкообразной формы:
1 - *Astrophytum capricorne*;
2 - *Frailea castanea*;
3 - *Gymnocalycium piltziorum*



Различия в размере и форме семян у представителей рода *Mammillaria*:
1 - *M. theresae*;
2 - *M. candida*;
3 - *M. deherdtiana*;
4 - *M. magnimamma*;
5 - *M. barbata*;
6 - *M. albilanata*

Семена подавляющего большинства кактусов имеют твердую кожуру и согнутый в виде запятой зародыш.

Зародыши в семенах некоторых видов могут быть и совершенно прямыми. Этот тип зародыша свойствен семенам, имеющим форму лодочки, например, представителям рода *Astrophytum*, некоторым *Gymnocalycium*, *Frailea*.

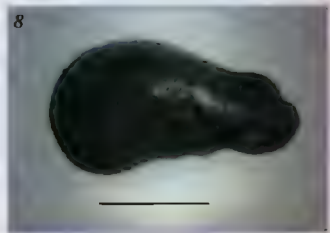
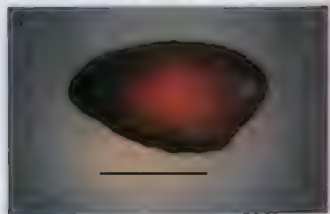
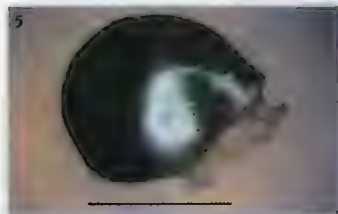
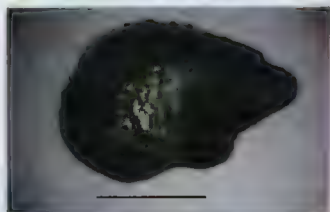
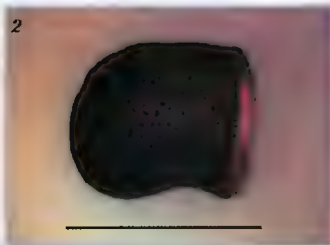
У других кактусов зародышевый корешок настолько мал, что запятообразная форма исчезает, и зародыш превращается в подобие шарика с вдавленным в его ткани периспермом.

При отделении семян от семенной ножки на кожуре остается рубчик, также имеющий характерную форму. От прежнего микронидея на семенах многих кактусов имеется след маленькое отверстие. Рубчик образует на семени своеобразную крышечку, в которую упирается зародышевый корешок. Через эту зону при прорастании из семени выходит корень зародыша. Исключения составляют лодочкоподобные семена, у которых корень зародыша прорывает «киль».

том. Так, небольшие по размеру *Pediocactus* sp. sp. имеют довольно крупные семена, а многие столбовидные цереусовые кактусы сравнительно мелкие.

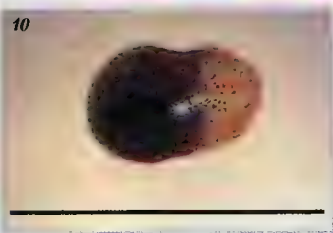
С другой стороны и это порой вызывает удивление какту-

соводов в один род могут входить виды со столь разным строением семян, что возникает сомнение в их родстве. Это, например, представители родом *Gymnocalycium*, *Mammillaria*, *Frailea*, *Coryphantha*, *Parodia* и некоторых других.





10



Семена кактусов под световым микроскопом (черта = 1 мм): 1 – *Ariocarpus retusus*; 2 – *Aylostera kieslingii*; 3 – *Aztekium ritleri*; 4 – *Cereus jamacaru*; 5 – *Copiapoa tenuissima*; 6 – *Coryphantha elephantidens*; 7 – *Eriocactus leninghausii*; 8 – *Hylocereus undatus*; 9 – *Opuntia tomentosa*; 10 – *Parodia aureispina*; 11 – *Tephrocactus asplundii*

Иногда при сильно развитой крышечке зародышевый корешок не в состоянии оторвать ее, и набухший зародыш разрывает более тонкие части семенной кожуры. Несколько забегая вперед, следует отметить, что при подобном выходе проростка из семени наблюдается некоторое торможение его роста, поэтому целесообразнее снимать с него семенную кожуру.

Семена кактусов бывают с гладкой и твердой кожурой, покрытой выростами, бугорками,

сосочками, извилистыми грядками, имеющей углубления различной формы или с мягкой мелкоклежочной кожурой.

Посев и проращивание семян

Образовавшийся после слияния мужских и женских клеток зародыш — это уже подготовленное к самостоятельной жизни растение с полным набором ферментных групп, гормонов, витаминов, питательных и пластических веществ, позволяющих

ему развиваться на первых этапах после прорастания. Порой жизненная активность зародыша настолько сильна, что он может прорасти даже в плоде. В природе также проросшие семена часто погибают, так как не находят подходящих условий для развития. В ходе естественного отбора генетический признак «прорастания семян в плоде» постоянно снижается, и обычно сохраняются те семена, которые к моменту созревания плода находятся в состоянии покоя.

Семена большинства кактусов приспособлены к длительному, пролонгированному покою. Даже у видов, вторично вернувшихся в благоприятные условия (эпифитные кактусы тропических лесов), эта способность не исчезла. Длительность периода покоя у жизнеспособных семян кактусов определяет величину,

называемую сохранностью семян; практически она составляет 5–6 лет. По литературным данным, сохранность семян некоторых видов (например *Agioscarpus* sp. sp.) превышает 30 лет. Сохранность семян в природных условиях обеспечивает равномерное пополнение и обновление популяции.

В культуре при семенном размножении кактусоводу хочется получить максимальное количество растений из минимального количества семян. О такой тенденции говорит и коммерческая расфасовка семян кактусов по 5–10 семян в пакетике. Редко кто из коллекционеров высевает по 50–100 и более семян одного наименования. Однако только при обильном посеве в будущем можно выбрать те несколько экземпляров, которые украсят коллекцию, но это отдельная тема.

При прорастании в семени через рубчик начинается проникать вода. При этом резко повышается содержание влаги в клетках, зародыш увеличивается в размере, происходит первичный разрыв семенной кожуры. Из семенной кожуры при намокании вымываются гормоны — ингибиторы роста, что активизирует гормоны — сти-

муляторы ростовых процессов, под воздействием которых в перисперме начинают работать ферменты, участвующие в разложении запасных белков, жиров, крахмалов и сложных фосфатов. Белки разлагаются до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот, которые в свою очередь разлагаются до простых сахаров, крахмалы — до простых сахаров, сложные фосфаты до легких фосфоросодержащих органических кислот. Все эти вещества транспортируются в зародыш и принимают участие в превращении веществ и энергии. Начинается деление клеток и дальнейшее увеличение размеров зародыша. Визуально в этот момент наблюдается проклевывание.

На начальных этапах пробуждения зародыша происходит увеличение в объеме клеток гипокотилея. При микроскопиче-

ском исследовании среза зародыша в этом месте отчетливо видны крупные клетки, превосходящие еще не пробудившиеся клетки по объему в 4–5 раз. В огнестойко толстых срезах гипокотилея, помещенных в каплю воды, можно наблюдать динамику набухания клеток. Иногда прорастание на этом приостанавливается из-за неподготовленности зародыша к росту за счет деления клеток. Такая остановка в росте довольно опасна, так как набухшие ткани являются прекрасным питательным субстратом для микрофлоры.

В норме, в зависимости от специфики семени, через 2–12 часов после образования трещины на семенной кожуре начинается рост корня.

В результате многочисленных экспериментов было обнаружено, что через 10–20 минут после на-

бухания в клетках увеличивается количество митохондрий, обеспечивающих превращение энергии. Подобное увеличение энергетического потенциала требует присутствия в клетках веществ-окислителей, прежде всего кислорода.

При клеточном дыхании образуется большое количество углекислого газа, выделяемого в окружающую среду. Высокий уровень двуокиси углерода снижает интенсивность окислительно-восстановительных реакций. Поэтому прорастающие семена и проростки нуждаются в обязательном проветривании.

Повышенная концентрация чистого кислорода в зоне прорастания семян оказывает благоприятное влияние на прорастание и рост молодых растений,

однако несколько снижает синтез хлорофилла.

Немаловажное значение для стимулирования активной всхожести семян имеют перепады дневных и ночных температур. Воспроизведение температурной «раскачки» в культуре способствует более дружному прорастанию семян многих видов кактусов, и, наоборот, постоянные температуры без перепадов тормозят прорастание.

Тип плода вносит значительную корректировку в стимуляцию прорастания. Семена, имеющие прочную оболочку, прорастают чрезвычайно трудно. Но зато у таких семян довольно велика степень сохранности при длительном лежании. Желудочно-кишечные соки, камешки, находящиеся в желудках птиц, травмиру-

ют прочные семенные покровы, растворяют восковые кутикулы.

Обратимся теперь непосредственно к посеву.

Существует несколько способов. Все они имеют как плюсы, так и минусы.

Посев на почву. Традиционный способ, приближающийся к естественному. Для его проведения готовят соответствующую посуду (горшочки, плошки). В дне пластмассовых емкостей дополнительно проделывают 5–10 отверстий. Субстрат для посева должен быть максимально очищен от всевозможных плесневых грибов, бактерий. Рекомендуется предварительно пропаривать грунт, мыть посуду и покрывные стекла.

В тех немногих книгах о кактусах, где имеются сведения о культуре этих растений, для посева рекомендуют использовать сравнительно большие плошки, субстрат в которых разделяют палочками, перегородками или бороздками на секции, куда высевают семена отдельных наименований. Это очень неудобно, да и неверно, так как различные семена предъявляют и разные требования к температурным параметрам окружающей среды. К тому же не исключена вероятность смешивания семян различных видов. Гораздо удобнее

проводить посев каждого вида семян в отдельную посуду — небольшие горшочки, в которые укладывают дренаж из крупного песка или мелких камешков так, чтобы до верха горшочка оставалось около 1,5 см. В качестве дренажа можно также использовать любой крупнофракционный материал: керамзит, кирпич, пенопласт, перлит, куски древесного угля или верхового торфа — однако необходимо помнить, что он должен иметь нейтральную или слабощелочную реакцию и почти не содержать солей кальция.

Почвенную смесь готовят традиционно, но более легкого механического состава, чем для взрослых растений. Для этого землю, приготовленную для взрослых кактусов, просеивают через сито с диаметром ячейки около 1 мм, добавляют в зависимости от интенсивности роста сеянцев крупного (около 1 мм) песка в соотношении от 1:1 до 8:1. Не лишним будет добавить $\frac{1}{10}$ часть толченого древесного (березового) угля. Смесь тщательно перемешивают, насыщают в горшки или плошки слоем 0,5 см и слегка придают.

Между субстратом и верхом горшочка должно остаться расстояние около 1 см. В качестве покровного материала обычно используют стекло, так как любой прозрачный пластик со временем будет изгибаться от температуры. Стекло вырезают по размеру посуды с припуском около 1 см. Горшочки или плошки уста-

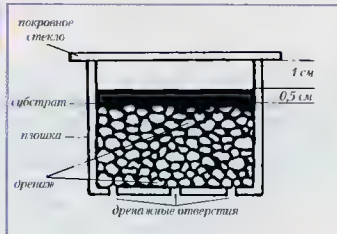


Схема расположения дренажного и субстратного слоев в плошке для посева семян кактусов

навливают в металлическую емкость, которая должна быть выше их. В емкость постепенно наливают только что вскипяченную воду. Большинство используемых в изготовлении горшочков пластмассы выдерживают температуру 100 °С, исключение составляют одноразовые пластмассовые емкости, используемые для расфасовки продуктов питания. После промокания субстрата воду сливают. Перед посевом семена кактусов дезинфицируют. В лабораторных условиях обычно используют 70%-ный раствор этилового спирта. Однако следует учитывать, что этиловый спирт, хотя и растворяет восковую кутикулу се-

мян, замедляет ростовые процессы.

Дезинфекцию семян проводят либо в лунках, либо в отдельных стаканчиках для каждого наименования. Удобнее поместить их в небольшие пакетики из кальки или папиросной бумаги, в которых иголкой прокалывают 20–30 отверстий. Пакетики в стакане или банке заливают одним из следующих дезинфицирующих растворов: 4%-ный перекиси водорода (5–10 мин); 7%-ный хлорной извести (6–10 мин); 0,1 0,5%-ный ТМД (10–20 мин); 0,1%-ный или 0,01%-ный хинозола (2 или 24 ч); 0,01–0,02%-ный медного купороса (12 ч). В это список не попал раствор перманганата калия.

Бытует мнение, что для обеззараживания семян нужно применять розовый или слабо-розовый раствор марганцевокислого калия. Однако это мнение ошибочно. Дезинфицирующей ак-

тивностью обладает 1%-ный раствор этого вещества темно-вишневого, почти черного цвета. Слабо-розовый раствор перманганата калия оказывает стимулирующее действие на процессы прора-

стания семян, но не может проникнуть через кутикулярный слой. Поэтому при применении слабо-розового раствора

марганцевокислого калия семена необходимо предварительно обработать этиловым спиртом.

После дезинфекции семена очищают от возможных остатков мякоти плода, раскладывают на поверхности субстрата. В агропомин существует правило заглубления посадочного материала, в том числе и семян, на глубину, равную их удвоенному размеру. К семенам кактусов это правило не относится - мелкие и лодочкоподобные семена не заглубляются, а крупные семена лишь вдавливаются в субстрат для увеличения площади соприкосновения семенной кожуры с влажным грунтом.

Посуду с семенами закрывают стеклом и ставят в полусвещенное место. При этом особое внимание должно быть уделено температуре окружающей среды. Так, семена пародий прорастают при температуре 16–18 °С, семена астрофитумов и гимнокалициумов при такой температуре прорастают с трудом; для них необходима температура около 30 °С, а некоторые пиррокактусы и телокактусы

любят прогрев субстрата до 40–45 °С. Поэтому-то и целесообразнее сеять каждый вид в отдельный горшочек или группировать семена для посева в плоскости по признаку родства или места произрастания кактусов в природе. Разобраться в температурных параметрах того или иного пункта можно по температурным диаграммам из географического атласа.

Прорастание семян кактусов не одновременное. Под дружным прорастанием подразумевается прорастание 80% семян за первые 7–10 дней. Вообще же массовое прорастание семян наблюдается в течение месяца. Естественно, что нельзя содержать посев с уже проросшими семенами в полутени и дожидаться прорастания остальных семян. Поэтому поступают следующим образом.

При 10% взойшедших семян посев начинают «приучать» к свету, располагая в более освещенном месте, а при 50% всходов на покрывное стекло кла-

дут писчую бумагу и ставят посев под лампы или естественное освещение. Через некоторое время бумагу замесняют калькой, а ту, в свою очередь, — марлей. При 70–80%-ной всхожести посев не притеняют. Подобная, на первый взгляд кажущаяся ненужной операция позволяет, во-первых, не сжечь нежный эпидермис семянцев, во-вторых, избежать зацветания субстрата, размножения водорослей и, в-третьих, выровнять сеянцы, так как рост в длину несколько ингибируется светом. Исключение представляют сеянцы, изначально развивающие тонкий длинный гипокотиль — подобные молодые растения лучше сразу же содержать при интенсивном освещении.

Посев обязательно проветривают не менее двух раз в сутки по 10–15 мин, постепенно увеличивая продолжительность проветривания. При подсыхании субстрата горшок поливают обессоленной или кипяченой водой снизу из поддона или распы-

лом через pulverизатор сверху.

Гидропонный посев.

При этом способе вместо земляной смеси используют нейтральный субстрат (толченный кирпич, кварцевый песок, гравий, керамзит, перлит) и питательные растворы.

Посуду лучше брать пластмассовую, кислотоустойчивую. Если питательный раствор будет находиться в самой плоскости, то дренажных отверстий не делают. К одному из углов плоскости, а лучше ко всем четырем прижимают стеклянные трубки диаметром около 1 см с косо сколотым нижним краем. Через эти трубки будет заливаться питательный раствор, и поэтому при наличии нескольких трубок воздух из плоскости сможет выходить свободно, не вспучивая субстрат.

Но можно поставить плоскость в большую емкость (куювету), куда будет залит питательный раствор. Тогда снизу и с боков плоскости продельвают дренажные отверстия.

На дно плоскости засыпают слой мелкого гравия так, чтобы он не доходил до края на 3,0–3,5 см, на

него — слой (1,0–1,5 см) голченого кирпича пополам с песком, а сверху — 1 см мелкого гравия, хорошо промытого кирпича. В общей сложности субстрат должен не доходить до края горшочка примерно на 1 см. Плоскость закрывают стеклом.

Естественно, что плоскость и субстрат стерилизуют.

Готовят следующие питательные растворы:

1. Основной (на 1 л воды): калий фосфорнокислый однозамещенный — 0,05 г, аммоний фосфорнокислый двузамещенный — 0,075 г, калий азотнокислый — 0,1 г, магний сернокислый — 0,025 г, калий азотнокислый — 0,1 г, аммоний сернокислый — 0,2 г.

2. Микроэлементный (на 1 л воды): литий хлористый — 0,025 г, медь

сернистая — 60,05 г, кислоты борная — 0,55 г, алюминий сернокислый — 0,05 г, олово хлорное — 0,025 г, калий йодистый — 0,025 г, двуокись титана — 0,05 г, марганец хлористый — 0,35 г, никель сернокислый — 0,05 г, кобальт азотнокислый — 0,05 г, калий бромистый — 0,025 г.

3. 2%-ный раствор сернокислого железа.

При приготовлении питательного раствора на 1 л первого раствора берут по 1 мл второго и третьего. Питательный раствор через трубки заливают так, чтобы был смочен верхний слой субстрата.

Далее, как и в предыдущем способе, семена стерилизуют, высевают и содержат при необходимых температурных условиях.

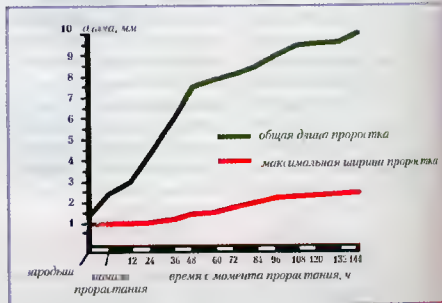
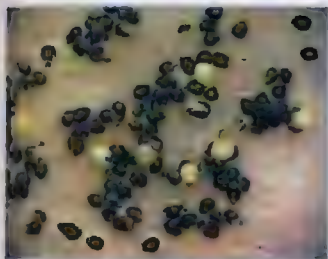


График роста сеянца *Astrophytum asterias* в первые дни после прорастания



*Прорастание
семян
Aztekium hin-
tonii при посе-
ве на ткань*



*Оперировать
с сеянцами
удобнее с по-
мощью тупой
препароваль-
ной или инъ-
екционной иг-
лы, кончик
которой
сплюснен в ви-
де лопаточки,
а острые гра-
ни затуплены*



Раствор меняют один раз в 5–6 дней. Если же вода испарится ранее, то доливают дистиллированную или дважды прокипяченную воду. Раствор должен быть несколько

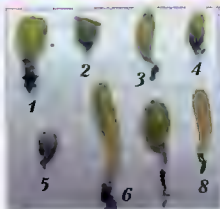
ниже поверхности субстрата.

Сеянцы можно и далее выращивать на гидропонике, но можно и перевести на почвенную культуру. При этом посевы в

течение недели подсушивают, отсасывая раствор, опрыскивая водой из распылителя. Первую пикировку проводят в максимально облегченную почву, при последующих пикировках долю легкой фракции постепенно снижают.

«Стерильный посев».

Метод разработан чешским кактусоводом З. Флэйшером. Этот посев производится в стерильный субстрат в герметически закрытых емкостях (стеклянных банках, эксикаторах, полиэтиленовых пакетах). Особенно важно тщательно простерилизовать семена во избежание прорастания инфекции. Следует иметь в виду, что химическим способом невозможно полностью уничтожить споры грибов — поэтому необходимо спровоцировать их прорастание. Семена в пакетиках замачивают в теплой воде, затем кладут на блюдце, закрывают стеклом и ставят в теплое место. Через сутки семена, не вынимая из пакетика, стерилизуют 4%-ным раствором перекиси водорода в течение 5–10 мин, промывают кипяченой



Различная степень роста гипокотилей при одинаковой силе света 16 000 лк:

- 1 - *Astrophytum asterias*;
- 2 - *Neocardenasia herzogiana*;
- 3 - *Ariocarpus retusus*;
- 4 - *Aztekium hintonii*;
- 5 - *Epithelantha micromeris*;
- 6 - *Solisia pectinata*;
- 7 - *Turbiniocarpus lophophoroides*;
- 8 - *Geohintonia mexicana*

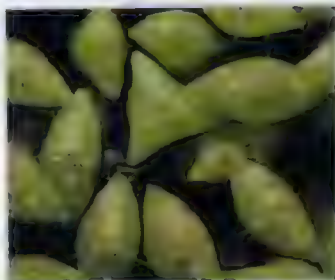
или дистиллированной водой и высушивают.

Субстрат (предпочтителен такой же, как и для гидропонного способа с добавлением мелко нарезанного торфа или сфагноума) пропаривают, а нейтральную его часть стоит и прокалить. Смесь засыпают в банки слоем 3 см (ее можно стерилизовать и в банках, погруженных в кипящую воду), в центр вставляют широкую трубку длиной около 5 см, через которую после охлаждения субстрата заливают питательный раствор.

Посев проводят в чистом месте, быстро, с со-



Семя, проросток и сеянцы *Lophophora fricii* в возрасте 12 и 30 дней: основную часть молодых растений представляет собой гипокотиль



Пример раздвоения одной из семядолей *Eriocereus bonplandii*, в результате чего создается видимость трехсемядольного сеянца

блюдением всех правил личной гигиены и даже в марлевой маске. Банки закрывают стерильными стеклянными или пластмассовыми крышками, мешки завязывают аптекарскими резинками.

Посевы помещают в благоприятные условия, ежедневно контролируя появление всходов, влажность и т. д.

Долив воды, удаление пораженных грибами семян, очагов плесени, водо-



Удлиненный гипокотиль как приспособление к росту в крупнофракционном грунте:

- 1 - *Navajoa peeblesiana*;
- 2 - *Eriosyce sandillon*;
- 3 - *Toumeyia papyracantha*

рослей проводят также при соблюдении правил антисептики.

Всходы содержат в закупоренном состоянии 5—6 месяцев, а затем постепенно приучают к свежему воздуху путем проветривания емкостей. К пикировке всходы готовят так же, как и при гидропном посеве.

Строение проростка.

Уже у зародыша можно выделить корень, стебель и листочки. Зародышевые листочки называются **семядолями**, или **котиледонами**. В них, как и в запасных тканях, располагается запас питательных веществ. Кактусы типичные двудольные растения, в их семени две семядоли. Примитивные виды кактусов (*Pereskia* sp.sp., *Rhodocactus* sp.sp.) формируют проростки, очень похожие на проростки мезофитных растений — с большими семядолями и длинным стеблем. В проростках опунциевых кактусов виден

хорошо развитый гипокотиль и треугольные, довольно большие семядоли. Разнообразна форма проростков представителей подсемейства цереусовых встречаются очень похожие на проростки опунций или тефрокактусов, а также с почти шаровидным стеблем, с крошечными семядолями, и масса переходных форм. Иногда одна из семядолей делится пополам, и создается впечатление, что зародыш с тремя семядолями.

Зародышевый стебель, **гипокотиль**, играет важную роль в фотосинтезе проростков, пока не сформировался настоящий стебель. В природе семя довольно часто попадает под крупные элементы субстрата, и на долю гипокотилия выпадает задача «высести» семядоли на поверхность. В природных условиях проростки многих *Copiapoa* sp.sp., *Pediocactus* sp.sp., *Turbinicarpus* sp.sp. и других видов развивают ги-



покотиль длиной до 20 см. С гонит ли удивляться тому, что при умеренном освещении в культуре проростки этих видов чрезмерно вытягиваются.

Стимулирование прорастания семян. В начале этой главы говорилось о важности длительного, пролонгированного покоя семян для кактусов, подавляющее большинство которых произрастает в экстремальных аридных условиях. С другой стороны, не все виды этих растений «пошли» по пути развития признака «длительного прорастания семян».

Одним из приспособлений растений и животных к неблагоприятным условиям внешней среды является **эфемерность**, или прохождение всего жизненного цикла за очень короткое время. В природе примеров эфемерности достаточно.

В цикле развития кактусов эфемерности в «чистом» виде нет, но своеобразная, завуалированная, эфемерность присутствует. Так, очень быстро и активно прорастают семена астрофитумов, фрайлей. Молодые растения за короткий период вегетации развивают шарообразный или слегка удлинённый ги-

покотиль, способный пережить период летней или зимней стагнации. Да и собственно «пролонгированное прорастание» подразумевает, что какая-то часть семян прорастет немедленно после наступления благоприятных условий.

Нет сомнений, что для кактусовода с чисто практической точки зрения

важно принимать во внимание любые случаи торможения прорастания жизнеспособных семян. При этом покой семян следует рассматривать в самом широком смысле — и как полное отсут-

ствие прорастания, и как снижение всхожести семян, и как сохранение генетической памяти о прорастании лишь в узких пределах комфортных условий.

Для ускорения прорастания проводят предпосевную обработку и обработку семян после посева.

Стратификация — предпосевное выдерживание семян в течение определенного времени во влажном песке, торфе, мхе при низких температурах. Семена предварительно обрабатывают дезинфицирующими растворами, помещают в пакетики, которые обкладывают слегка увлажненным субстратом и помещают на 2—3 месяца в холодильник при температуре, соответствующей температуре самого холодного месяца в месте природного обитания конкретного вида. При этом разрушаются ингибиторы, некоторые клетки семенной кожуры, а также происходит биологическое дозревание семян. Период стратификации можно несколько сократить, снизив температуру и поместив семена в камеру с этиленом или облучая посев ближним красным

светом. В большинстве случаев стратификация повышает всхожесть семян до 80% и более.

Обычно семена кактусов хранятся до посева в нижнем отсеке холодильника при температуре около 8 °С. Подобное хранение нельзя считать стратификацией, так как при этом не происходит разрушения и вымывания ингибиторов из семенных покровов. Но низкие температуры способствуют расщеплению крахмалов до простых сахаров, повышая тем самым энергетическую активность семян.

Со временем, из года в год, кактусовод определяет, семена каких видов кактусов всходят хорошо, а каких — плохо. Для семян с плохой всхожестью применяют другие способы обработки.

Барботация — предпосевная обработка семян, помещенных в воду или слабо розовый раствор марганцевокислого калия, путем продувания

воздуха. При барботации помимо того, что разрушаются ингибиторы роста, семена обогащаются кислородом. Используют обыкновенные стаканы или банки и аквариумные микрокомпрессоры с распылителем. На дне стакана располагают распылитель, а над ним на разных уровнях — две сетки. Семена каждого вида в отдельности моют, очищают от мякоти, кладут между сетками и заливают водой выше верхней сетки на 1,5—2 см. Воздух от микрокомпрессора идет через распылитель внутрь стакана и взбалтывает семена. Барботацию проводят в течение 12—48 часов (для семян каждого вида кактусов время определяется эмпирически), рабочую жидкость меняют через 4—6 часов. Если нет микрокомпрессора, можно использовать футбольную или автомобильную камеру как резервуар для воздуха.

Промывание семян — осуществляется в том же

приспособленном стакане, что и барботажная, но вместо распылителя на дне стакана располагают тонкий шланг, по которому пускают кипяченую или дистиллированную воду. Для этого используют большую емкость (например, канистру), установленную выше уровня стакана. Сам же стакан ставят в таз. Вода из канистры проходит по шлангу в стакан, вымывает из семенной кожуры ингибиторы и, перелившись через край стакана, собирается в тазу. Собранную воду можно использовать несколько раз.

Скарификация — еще один способ предпосевной обработки семян, применяется для поверхностного повреждения твердых оболочек семян с целью активизации дыхания и улучшения проникновения воды к зародышу. Семена смешивают с мелким битым стеклом, песком или металлической стружкой (отделить которую легко с помощью магнита), а затем встряхивают. Оболочку крупных семян можно процарапывать иглой, а у опунций и тефрокактусов — надпилить.

Термическая обработка — за сутки перед посевом семена прогревают при температуре 45 °С в течение 6–12 часов;

Замачивание семян в растворах гормонов, витаминов или слабо-розовом растворе марганцовокислого калия в течение суток перед посевом.

Совсем не обязательно, что все семена кактусов в одинаковой степени будут отвечать дружным прорастанием на те или иные методы стимулирования всхожести. Подбор методик осуществляется опытным путем.

После посева непроросшие семена подвергают термическому или влажно-сыхому «раскачиванию». Но прежде надо отсадить уже проросшие сеянцы.

Температурный, водный и воздушный факторы — это «три кита», на которых базируется прорастание семян. Иногда достаточно просто проветривать посевы, чтобы повысилась всхожесть.

О значении благоприятной температуры прорастания для семян каждого вида растений уже говорилось. Для ускорения прорастания можно повысить суточный перепад температур: дневную температуру на 6–8 часов поднимают до 45–50 °С и ночную снижают до 8–10 °С. Подобную процедуру можно повторять в течение недели.

10.05.2019

Аналогично изменяют водный режим. Непроросшие в течение 1 месяца семена можно собрать, подсушить 3–4 месяца, а затем посеять снова, обеспечив высокую влажность и соответствующую температуру. Положительно на такую «раскачку» отзываются семена некоторых *Thelocactus*, *Notocactus*, *Pyrrhocactus*, *Aztekium* и др.

Применяется также так называемый хирургический способ стимулирования прорастания семян. Этот метод приемлем, когда семенные покровы оказывают отрицательное гормональное или механическое воздействие на прорастание зародыша.

В случае, когда оболочка механически мешает прорастанию, ее разрушают, не удаляя полностью. Семя слегка сжимают пинцетом до появления трещины. В трещину вводят кончик скальпеля и отламывают «крышечку». Как правило, этого достаточно для начала роста корня. У очень твердых семян можно сделать пропил острой гранью напильника или ножовкой по металлу.

При гормональном ингибировании прорастания необходимо полностью

удалить наружный интегумент. В отдельных случаях, когда ингибиторы скапливаются и во внутреннем интегументе – его также удаляют. Полностью осво-

божденные зародыши нередко (*Astrophytum* sp.sp., *Frailea* sp.sp.) проявляют высокую скорость роста, несмотря на то, что до этого не прорастали.

Интересно наблюдать динамику прорастания семян кактусов. У большинства видов, произрастающих в природе, можно отметить четкую двухпиковую диаграмму всхожести. У растений, в те-

чение нескольких поколений содержащихся в культуре, второй пик сглаживается, переходит в почти плавную линию. Ту же закономерность можно наблюдать и у «псевдоэфемерных» видов.

Уход за сеянцами.

Проростки кактусов проявляют большую потребность в воде. Это заявление может показаться странным, особенно в отношении таких высокоспециализированных ксерофитных растений, как кактусы. Однако в этом нет ничего удивительного. Подобно зародышу человека, вначале похожего на рыбий эмбрион, проростки кактусов напоминают водоросли и первые 5–7 дней великолепно развиваются, будучи полностью погруженными в воду...

Когда между семядолями появляются первые колючки (через 2–3 месяца после прорастания), сеянцы пикируют в новый, более плодородный субстрат. Это связано с тем, что в плотных посевах сеянцы оказывают тормозящее влияние на рост друг друга. Суще-

ствующие мнения, что маленькие сеянцы трогать нельзя или следует их пикировать не более 1–2 раз в год, неверны, и это легко доказуемо.

Субстрат для пикировки должен быть легким, хорошо аэрируемым, почти таким, как и при посеве (подразумевается традиционный метод посева). Перед применением его термически обрабатывают.

Сеянцы переносят в новую почву и рассаживают на расстоянии, рав-

ном 1–2 их диаметрам. Слишком редкая посадка приведет к зацветанию земли и покрытию ее плеской водорослей (в природных условиях сеянцы кактусов практически не конкурируют с низшими растениями, не способны выжить в аридных условиях).

В первый год жизни сеянцы должны развить хорошую корневую систему. Этого добиваются только при их культиви-



Сеянцы
Neogomesia
agavoides

ровании в легком субстрате и при частых пикировках. В первый год проводят до 4–5 пикировок, во второй — до 2–3.

Через год после прорастания сеянцам дают возможность отдохнуть. Это необходимо, так как при частых пикировках в сеянцах очень активно идут обменные и ростовые процессы. Без периода покоя жизненные силы молодых растений иссякают, и они впадают в состояние глубокого покоя.

Пока у сеянцев не развит собственно стебель, их при пикировке заглубляют. Ведь зеленый гипокотиль выполняет фотосинтетическую роль, и снижение его освещенности при полном или частичном заглублении приводит к снижению темпов роста.

Во вторую пикировку уже не опасно заглубить сеянцы до семядолей, не забывая правильно расположить корни.

Нарушения роста и заболевания сеянцев. Опыт выращивания сеянцев кактусов приходит только с практикой. У начинающего коллекционера неизбежны ошибки, а порой простая невнимательность приводит даже к гибели всего посева.

Нередки следующие отклонения от нормального роста.

Покраснение и ожог в результате избыточного освещения. Желательным является слегка побуревший эпидермис сеянцев, что говорит о правильном подборе спектра и силы света для конкретных экзотических растений. При более сильной дозе ультрафиолетовых лучей происходит покраснение, побеление и, далее, отмирание клеток эпидермиса. Это ведет к снижению площади фотосинтетической поверхности, травмированию меристематических клеток, глубокой стагнации. При первых признаках ожога сеянцы необходимо притенить от прямых солнечных лучей. Экзотическим растениям, полностью прекратившим рост, следует предоставить условия отдыха — прекратить полив, полностью высушить субстрат, поставить растения в более прохладное место.

Довольно редко, в основном из-за невнимательности кактусовода, может произойти ожог сеянцев в результате одновременно высокой температуры и влажности воздуха. Для предотвращения этого следует периодически проветривать сеянцы, несколько снизить влаж-

ВЫРАЩИВАНИЕ

ность субстрата, убрать покрывные колпаки.

Вытягивание проростков, этиоляция в результате недостатка света. Некоторые виды кактусов, предъявляющие повышенные требования к силе света, развивают удлинённый гипокотиль даже при довольно интенсивном естественном освещении. Во всех случаях рост стебля в длину тормозится синими лучами. Поэтому можно либо увеличить долю синей части спектра, используя синие лампы или фильтры, либо приблизить сеянцы к источнику искусственного освещения, либо предоставить растениям сильный естественный свет.

Не стоит огорчаться, если сеянцы удлинлись. Со временем при хорошем естественном освещении в результате движения эпидермиса к 3–5-летнему возрасту растения принимают традиционный габитус.

Размягчение и «заводнение» сеянцев нередко наблюдается при поливе жесткой, не мягкой водой. Такой полив приводит к выпотеванию солей кальция на корневой шейке сеянца и поверхности субстрата.

В щелочной среде успешно развиваются водоросли и грибы, которые покрывают корневую шейку, лишая почву воздухообмена. Поэтому воду для полива семян следует прокипятить и подкислить, в кислой почве плохо развивается и гибнет большинство плесневых грибов.

Отмирание частей семян, пятнистое опрессование кожицы и подобные явления вызваны эктопаразитами. Наиболее опасны для семян тли, различные комарики и мушки. Эти вредители активно размножаются в условиях повышенной влажности и при нерасторопности кактусовода наносят большой ущерб. Особое внимание следует обратить на тлей и летающих насекомых, способных за короткое время отложить яички почти на каждом растении.

Утолщение участков корней, образование галлов — результат деятельности паразитических червей — нематод. Некоторые виды и даже экземпляры кактусов способны образовывать утолщения корней. Однако к любому подобному образованию следует относиться очень

внимательно и лучше считать их следствием деятельности нематод, чем оставлять без внимания. Единственный способ лечения — удаление корней, несущих галлы; при обильном поражении корневой системы и корневой шейки всех семян, растущих в данной плошке, — тщательная стерилизация почвы (занести нематоду просто, а бороться с ней очень трудно) и проведение карантинных мероприятий с заболевшими растениями. Наиболее радикальным способом при борьбе с нематодой является прививка семян.

Красная или черная пятнистость корневой шейки, стебля или корней, загнивание и гибель семян — все это результаты деятельности многочисленных гнильных грибов родов *Fusarium*, *Phytophthora*, *Albarnaria* и др. Причиной грибного заболевания является ослабленность семян, да и крупных растений, от переохлаждения или щелочной реакции субстрата, а также повреждения вредителями. В случае болезни одного семени его удаляют, а место, где он рос, обрабатывают раствором бенлата, ТМТД или хинозола. При массовом заражении необходимо обра-

ботать весь посев (а не одну плошку), так как споры грибов легко разносятся.

Плошку или горшочек с посевами помещают в высокий поддон и заливают слабым раствором препарата так, чтобы субстрат пропитался им снизу, из поддона. Когда субстрат промокнет полностью, сверху в плошки наливают раствор фунгицида действующей концентрации и выдерживают 5–10 минут. Затем раствор из плошки отсасывают спринцовкой, а в емкость добавляют обесолонную чистую воду. Так приходится делать несколько раз ввиду того, что большая концентрация используемого препарата в почве отрицательно влияет на рост семян. После протравливания и промывания посевы просушивают. Иногда рекомендуют пикировку до обработки, но это не дает желаемого результата, так как вместе с растениями переносятся и споры грибов.

Прекращение роста довольно крупных семян, «оседание» из-за отсутствия периода покоя — естественная реакция на интенсивные ростовые процессы, сопряженная к тому же с генетической памятью молодых расте-

ний о природных условиях в местах произрастания их предков. Даже интенсивно растущим сеянцам необходимо предоставлять отдых через год после проращивания.

Более подробно о болезнях и методах лечения будет рассказано в отдельной главе. Следует также отметить, что закаленные, воспитанные в «спартанских» условиях сеянцы

Цветение

гораздо более устойчивы к болезням, чем «жирующие», изнеженные, накачанные водой.

В заключение этой главы хочется вернуться к уже затронутому вопросу о количественной стороне посева.

Очень часто приходится видеть, как кактусист-покупатель набирает у кактусиста-продавца семена многих видов, но по 5–10 семян каждого наименования. Здесь сказывается охотничий азарт: как можно быстрее и дешевле создать коллекцию. Но вот такой любитель кактусов сеет это разнообразие, и прорастает у него по 2–3 растения (а то и ни одного), и грустный, он разочаровывается в кактусах и ругает себя за пустую трату времени и денег.

Конечно же, бывают моменты, когда рад и десяти, и пяти, и даже одному семени. Стараешься вырастить сеянец и ходишь за ним, как за малым ребенком. Но в большинстве случаев гораздо целесообразнее делать многочисленные (по 50–100 семян) посевы. Только так, имея возможность выбрать из всего посева те экземпляры, которые должны занять место в коллекции, кактусовод раскрывает свой талант коллекционера. К формированию коллекции следует относиться творчески, постоянно открывая для себя новые виды и порой отказываясь от старых, уже пройденных.

Глава 6 Вредители и болезни кактусов

Всегда приятно видеть в коллекции здоровые, ухоженные растения. Прежде всего такое состояние кактусов достигается их закалкой с младенческого

возраста. Немаловажно также вовремя замечать и предотвращать заболевания; страшна не сама болезнь, а ее запущенность, незнание и неумение с ней

бороться. Кактусовод должен ежедневно уделять внимание своим питомцам: упустить время — потеряешь растение, а порой и всю коллекцию.

Вредители и болезни кактусов частично были завезены с их родины с семенами, растениями, землей, частично местные растительные и животные организмы приспособились паразитировать на кактусах.

Говоря о заболеваниях кактусов, надо иметь в виду, что они чаще всего носят комплексный характер. Так, поврежденные вредителями участки стебля являются воротами для пато-

генной микрофлоры; пораженные грибками ткани — излюбленная пища для личинок мушек, комариков, ногохвосток; на обмороженный или обожженный кактус набрасывается облигатная микрофлора — микроорганизмы, не причиняющие растению вреда при нормальных условиях. Нередко полив водой с несвойственным рН приводит к прекращению роста кактуса, к хлорозу и даже к гибели.

Пестициды

Основу любого пестицида — препарата для борьбы с вредителями и болезнями растений составляет **действующее вещество** (д. в.), которое может иметь традиционное или коммерческое название и универсальное химическое. Как бы «неудобоваримо» ни было это название, кактусовод просто обязан за-

нести его в свою записную книжку вместе с допустимыми концентрациями.

При расчете **рабочих концентраций** применяемых препаратов нужно знать, сколько действующего вещества содержится в данном препарате. Эта величина указана на упаковке концентрированной эмульсии (к. э.) или сыпучего порошка (с. п.) пестицида.

Если препарат находится в форме 20%-ной к. э., а его рабочая концентрация 0,2%, то для приготовления 1 л раствора следует взять 10 мл 20%-ной к. э. или 2 мл 100%-ного д. в.

Для кактусовода важно знать токсичность препарата, которая определяется летальной дозой, означающей гибель 50% подопытных животных, которым препарат был

введен в желудочно-кишечный тракт или нанесен на кожу.

По токсичности при введении в желудочно-кишечный тракт ядохимикаты делятся на: **сильнодействующие** (до 50 мг/кг), **высокотоксичные** (50—200 мг/кг), **среднетоксичные** (200—1000 мг/кг) и **малотоксичные** (более 1000 мг/кг). По токсичности при нанесении на кожу — **резковыраженные** (менее 300 мг/кг), **выраженные** (300—1000 мг/кг), **слабовыраженные** (более 1000 мг/кг).

По направленности действия пестициды делятся на **инсектициды** (для борьбы с насекомыми), **акарициды** (для борьбы с клещами), **фунгициды** (для борьбы с патогенными грибами), **бактерициды** (для борьбы с бактериальной инфекцией), **нематоциды** (для борьбы с нематодами), **лимациды** (для борьбы со слизнями и улитками).

Ниже приводится лишь небольшой перечень наиболее часто применяемых ядохимикатов.

Акрекс (дессин, дипофен, талан) — д. в. изопропил-2-(1-метил-п-пропил)-4,6-динитрофенилкарбамат. Выпускается в форме 50% с. п. Контактный акарицид против подвижных форм клещей; в

закрытом грунте несколько фитотоксичен. Рабочая концентрация 0,1%. Высокотоксичен.

Актеллик (пиримифос-метил) — д. в. 2-дизтиламино-6-метилпиримидин-4-диметилфосфат. Выпускается в форме 50% к. э. Инсектоакарицид широкого спектра действия. Рабочая концентрация 0,1%. Малотоксичен.

Бордоская жидкость — медный купорос и углекислый кальций (известковое молоко), взятые в равных весовых пропорциях. Бордоскую жидкость нельзя применять с хлор- и фосфорорганическими инсектицидами и другими фунгицидами. Фунгицид, против ржавчины, серой гнили, фитофтороза, мучнистой росы. Токсична.

Каптан (ортоцид) — д. в. N-трихлорметил-тиотетрогидрофталимида. Выпускается в форме 50% с. п. Фунгицид, с успехом заменяет бордоскую жидкость. Рабочая концентрация 0,5—1,0%. Малотоксичен.

Карбофос (малатон, фосфотион) — д. в. O,O-диметил-S-(1,2-бис-дикарбоэтоксизтил) дитиофосфат. Выпускается в виде 30- и 50% к. э. или 40% раствора. Контактный инсектоакарицид. Рабочая

концентрация 0,1—0,4%. Среднетоксичен.

Кельтан (кетан, динофол) — д. в. 1,1-бис-(п-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан. Выпускается в виде 20% к. э. и 18% с. п. Акарицид. Рабочая концентрация 0,2%. Малотоксичен.

Медно-мыльная жидкость (ММЖ) — 20 г медного купороса разводят в 10 л воды и добавляют туда 200—300 г зеленого мыла. Фунгицид против мучнистой росы, ржавчины, серой гнили, пятнистостей. Среднетоксичен.

Метальдегид (ариотокс, лимавит) — д. в. твердый полимер уксусного альдегида. Выпускается в форме 50% с. п. и 5% гранул. Лимацид контактного и кишечного действия. Рабочая концентрация 0,5—2%. Среднетоксичен.

Метилнитрофос (метатион) — д. в. O,O-диметил-(3-метил-4-нитрофенил)-тиофосфат. Выпускается в виде 30 и 50 к. э. Инсектоакарицид. Рабочая концентрация 0,1—0,2%. Среднетоксичен.

Поликарбацин (метирам, полирам) — д. в. полиэтилен-тиурамидисульфида цинка. Выпускается в форме 75% с. п. Фунгицид, против ржавчины, фитоф-

концентрация 0,05—0,1%. Малотоксичен.

Цинеб — д. в. Этилен-1,2-бис-дитиокарбамат цинка. Выпускается в форме 80% с. п. Фунгицид. Рабочая концентрация 0,4—0,5%. Малотоксичен.

В последнее время широко применяют вещества группы **пиретроидов** — эти искусственно синтезируемые вещества аналогичны природным пиретринам, полученным из далматской ромашки (*Pyrethrum cinerariifolium*). Пиретроиды обладают низкой токсичностью для млекопитающих, но могут вызывать аллергию. Наиболее популярны **децис, карате, фогоре, арриво, шерпа**. Рабочая концентрация пиретроидных препаратов 0,05%.

В отношении кактусов наиболее спорен вопрос о применении овоцидных пестицидов. **Овоцидные** яды убивают как взрослые формы или личиночные стадии вредителей, так и их яйца. Казалось бы, одноразовая обработка пестицидом гораздо удобнее и проще многократной, однако способность этих ядов растворять не только восковидные покровы яиц вредителей, но и кутикулу кактусов, несет вероятность ожога эпидермиса, накопления яда в клетках покровной и запасочной

тканей, что в свою очередь приводит к торможению ростовых процессов, так как нарушается равновесие концентраций веществ в цитоплазме клеток.

Применение овоцидных препаратов на листовых растениях может быть в какой-то мере оправданно: эти растения, с одной стороны, не имеют такого сочного стебля, как кактусы, и, с другой, обладают огромной по сравнению с последними площадью фотосинтезирующей поверхности — количество яда на единицу обрабатываемой площади у листовых растений меньше, чем у кактусов. Листья также являются местом откладывания шлаковых, токсических и т.п. веществ. Листовые растения, сбрасывая листву, освобождают, очищают свой «организм», чего нельзя сказать о кактусах.

Неовоцидные препараты требуют дополнительной обработки растений на момент выхода из яиц личиночных форм вредителей. Без этого первичная обработка лишена смысла. Но вероятность ожога стебля кактуса из-за растворения восковидной кутикулы практически сведена к минимуму, да и накопление отравляющих веществ в клетках тоже минимально.

тороза и пятнистостей. Рабочая концентрация 0,2—0,4%. Малотоксичен.

Рогор (фосфамид, БИ-58) — д. в. О,О-диметил-S-(N-метилкарбаноил-метил)-дитиофосфат. Выпускается в форме 40% к. э. Контактный инсектоакарицид. Рабочая концентрация 0,04—0,2%. Среднетоксичен.

Теодион (акаритокс, тетрадифон). Овоцидный препарат. Действующее вещество: 2,4,4,5-тетрахлоридфенилсульфон. Выпускается в форме 50% с. п. Овоцидный акарицид, рабочая концентрация 0,2%. Высокотоксичен.

ТМДТ — д. в. тетраметилтиурамид-сульфида. Выпускается в форме 50% с. п. Фунгицид. Рабочая концентрация 0,2—0,6%.

Фозалон (золон, рубитокс) — д. в. О,О-диэтил-S-(6-хлорбензоксазолонил-3-метил)-дитиофосфат. Выпускается в форме 35% к. э. Контактный и кишечный инсектоакарицид. Рабочая концентрация 0,2%. Высокотоксичен.

Фундазол (бенамил, бенлат) — д. в. метил-1-(бутил-карбомоил)-2-бензимидазолкарбамата. Выпускается в форме 50% с. п. Фунгицид. Рабочая

Для борьбы с паразитами и болезнями кактусов успешно применяют растительные средства:

- мелко нарубленный чеснок, лук, настаиваемые в течение двух суток (из расчета 20 г/л), используют практически против всех вредителей;
- прокипяченную ботву картофеля

или томатов, настаиваемую в течение двух суток (2 кг ботвы на 10 л воды), применяют при грибковых заболеваниях;

— отвар махорки двухдневной выдержки (400 г на 10 л) снижает активность немотод;

— печной золой лечат заболевания, вызванные грибами

Основные болезни

Условно делятся на четыре группы. Способы

лечения прежде всего подразумевают устранение причин болезни. Расстения, содержащиеся в культуре в сходных с природными условиях, практически невосприимчивы к тривиальным инфекционным заболеваниям. В случае же «изнеженного» состояния, при значительной обводненности клеток, и, следовательно, разжижении цитоплазмы, резистентность резко снижается.

1. Болезни травматического характера: ожоги, обморожения, повреждения, нанесенные птицами, грызунами, человеком при неосторожном обращении с растением. В эту группу можно отнести травмирование растений из-за химических ожогов, полученных кактусами при неумелом применении ядохимикатов и замедление ростовых процессов вплоть до полной стагнации из-за загнивания кор-



Термическое травмирование кактусов: 1 — частичное обморожение *Turbinicarpus pseudomacrolele*; 2 — покраснение и сморщивание эпидермиса *T. lophophoroides* в результате солнечного ожога; 3 — сильный ожог привитого сеянца *Melocactus caesi*

ней при неправильной посадке кактусов.

Травматические болезни могут стать причиной инфекционных заболеваний. Если в результате солнечных ожогов эпидермис краснеет и покрывается коркой отмершей ткани, то при обморожении стенки клеток кактуса разрушаются и свободная цитоплазма служит благодатной средой для роста грибов и бактерий.

Покраснение кактусов — не что иное, как слабый ожог при вынесении их на сильный солнечный свет без предварительной подготовки. При более сильных ожогах происходит легкое сморщивание. Некоторые кактусы подобным образом реагируют на сильное и внезапное похолодание. Кактусы постепенно при-

учают к новым условиям, при ожоге помещают в тень, опрыскивают водой.

Бурые корковые пятна образуются от яркого солнечного освещения, повышенной влажности воздуха и почвы, избытка удобрений. Чтобы этого не произошло, кактусы культивируют при умеренном поливе и подкормке, проветривают теплицы.

Опадание бутонов, остановка роста наблюдаются при поливе холодной водой после долгого сухого содержания кактусов родов *Eriophyllum*, *Shlumbergera*.

Довольно благоприятен исход болезни при механическом травмировании стебля (если, конечно, растение не раздавлено) — вовремя продезинфицированная и подсушенная рана покрывается слоем callusных или сухих отмерших клеток, зарубцовывается. При наличии у как-

туса явления движения эпидермиса рана постепенно скростся.

2. Болезни, вызванные нарушением обменных и других физиологических процессов: хлороз, этиоляция, недостаток или избыток ряда макро- и микроэлементов, витаминов и т. д.

Болезни, вызванные нарушением условий роста, лечатся путем устранения причин заболевания. Так, **этиоляция и вытягивание стебля** кактуса при недостаточном освещении устраняются постепенным повышением уровня освещенности; обожженные растения помещают в затененное место и т. д.

Болезни, вызванные недостатком (избытком) макро- и микроэлементов, определяются по следующим признакам:

недостаток азота
торможение роста стебля;

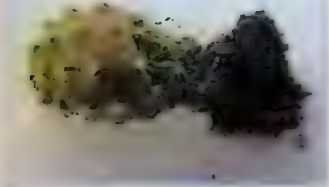
— недостаток фосфора — торможение роста, снижение поглощения азота, **нарушение хода фотосинтеза**, дыхания;

недостаток серы — отмирание проводящих пучков, **образование красноватых пятен** отмершей ткани в апикальной зоне;

— недостаток кальция — **снижение роста**



Частичный хлороз сосочков *Ariocarpus [Neogomesia] agavoides* из-за недостатка железа



Фитофторозы: 1 – «черная ножка» у сеянца *Notalocephala texensis*; 2 – пораженный подвой *Hylocereus hybr.*

корня и образования корневых волосков;

- недостаток калия — одна из причин **хлороза**;
- недостаток магния — задержка цветения, **побледнение окраски** цветка, хлороз ткани в области корневой шейки;
- недостаток железа — хлороз, отмирание точки роста и ареолярной меристемы, **опадание бутонов**;

- недостаток марганца — торможение процессов роста и дыхания;
- недостаток цинка — ослабление апикального доминирования и как следствие — **чрезмерное деткование**;

— недостаток меди, молибдена, бора, хлора, йода ведет к торможению ростовых процессов.

3. Инфекционные заболевания — болезни, вызванные бактериями, патогенными грибами, вирусами и другими микроорганизмами (некоторые фитопатологи сюда же относят болезни, вызываемые нематодами, другие же считают нематод эндопаразитами).

Гниль корней и основания стебля вызывают представители рода *Phytophthora*. Эти грибы широко распространены, и их споры могут быть зане-

сены в коллекцию не только с больными растениями или с семенами, но и с овощами и фруктами. Заболевания, вызываемые фитофторой, называются в обиходе красная или черная корневая ножка сеянцев. Споры поражают центральный цилиндр корня и стебля и очень быстро разносятся по растению. Гифы грибицы выделяют вещества, окрашивающие зараженные клетки в коричневый цвет и растворяющие клеточные стенки; ткани кактуса при этом раскисают.

У сеянцев на ранних стадиях места поражения обрабатывают бенлатом с периодичностью 1 раз в 3–4 часа или другими фунгицидами. Непораженные части стебля прививают.

У более взрослых растений вырезают и тщательно вычищают поврежденные места, срезы обрабатывают бенлатом. Сухое содержание кактусов является профилактической мерой и может перевести болезнь в хроническое состояние — со временем пораженные части отделяются от здоровых слоев мелких клеток и засыхают. При поражении корневой системы кактусы привива-

ют или укореняют. Поздние стадии болезни не лечатся. Пораженные растения удаляют из коллекции и уничтожают вместе с субстратом, в который они были посажены.

С профилактической целью кактусы поливают или опрыскивают раствором цинеба, полимарцина, каптана, купрозона или поликарботида. Субстрат

исходит сморщивание и пожелтение апикальной зоны стебля, побурение и загнивание корневой шейки и самих корней. На поздних стадиях болезни на стебле появляются черные плодовые тела, рассеивающие споры. В комплексе с фитофторой фузариоз могут поражать корневую шейку и быть причиной красной корневой ножки у сеянцев. У взрослых растений грубые ткани, как правило, являются

надежной защитой. Кактусы содержат при редком, но обильном поливе, корни предохраняют от механических повреждений. С целью профилактики поливают фундазолом, топсином, БМК, ТМТ¹⁷ 0,2%-ным раствором.

Серая мягкая гниль поражает боковые части стебля или места среза прививки. Возбудитель — *Botrytis cinerea*. Ткани разжижаются, превращаются в кашеобразную массу, покрытую темно-серым налетом грибкицы. При культивировании нужно избегать чрезмерного заводнения субстрата. На ранних стадиях пораженные участки вырезают и присыпают золой, толченым углем, серой, бенлатом, нистатином. Растения опрыскивают аэупаре-



Фузариоз:
«красная
ножка» у сеянца
*Astrophytum
myriostigma*

дезинфицируют. Кактусы содержат при умеренном поливе, черенки и корни протравливают перед посадкой в суспензии каптана (0,1—0,25%) в течение 5 минут.

Фузариозную гниль вызывают представители рода *Fusarium*. Чаше поражают сеянцы и растения, содержащиеся при повышенной влажности и без проветривания. Проникновение происходит через молодые апикальные клетки, в результате чего про-



Серая мягкая гниль, поразившая молодые растения в месте сращения частей прививки: 1 — *Ariocarpus trigonus*; 2 — *Discocactus placentiformis*



Rhizoctonia
sp. на молодом растении
Mammillaria
neoschwarzeana (видны
черные плодовые
тела гриба)



Helminthosporium
cactivorium на сеянце
Ariocarpus
retusus



Пятнистость
стебля
Eriocercus *justbertii*

Гельминтоспоровая мокрая гниль свойственна большинству кактусов в природе, откуда споры возбудителя — *Helminthosporium cactivorium* были запесены с семенами. На основании стебля появляются водянистые темно-коричневые пятна, покрытые темными нитями грибницы. В плодовых телах формируются зеленоватые споры. Этот гриб поражает сеянцы и молодые растения. С целью профилактики семена протравливают ТМТД или фентиураном (2 г/л). Лечение аналогично лечению фитофторы.

Пятнистости следы поражения грибами родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Iloesporium*, *Pestalotia*, *Phyllosticta*, *Diplodia*, *Gloeosporium* и др. Грибы поражают ослабленные или находящиеся в состоянии стагнации растения. Так как клетки эпидермиса в местах поражения омертвывают, эти пятна погружаются внутрь стебля. Пятна имеют различную форму и окраску, резко ограничены от здоровой ткани. Пораженные места обрабатывают поликарбоцином, купрозоном, бордоской или медно-мыльной жидкостями.

ном, фундазолом, топсином, цинебом в смеси с серой или золой. Поздние стадии не лечатся.

Ризоктиноз аналогичен серой гнили. Возбу-

дители — представители рода *Rhizoctonia*. Гриб поражает изнеженные или ослабленные кактусы. Меры борьбы, как и с серой гнилью.



Фузариозные заболевания в подавляющем большинстве случаев имеют трагический для растения исход. Если с потерей сеянца еще как-то можно смириться, то потеря взрослого экземпляра наносит чувствительный

удар по самолюбию кактусовода. Следует также отметить, что прививка взрослого экземпляра с инфекционным поражением не увеичается успехом. Остается только один способ укоренение

Мозаика этифиллюма — вирусное заболевание. Возбудитель — *Eriphyllum mosaic virus*. По мере размножения вирус покрывает всю поверхность растения ярко-желтыми и светло-зелеными пятнами и крапинами неопределенной формы. Иногда ткань в этих местах вдавлена, позднее некоторые пятна и концы стеблей засыхают, бутонны опадают. Единственная мера — уничтожение больных растений.

Ведьмина метла опунций вызывается микоплазменными организмами. Своеобразная болезнь, передающаяся только при прививке. Больное растение образует тонкие хлоротичные побеги, останавливается в росте. Такие растения уничтожают.

Раннее обнаружение заболевания — один из главных залогов успешной борьбы с болезнью. Как это ни досадно, но

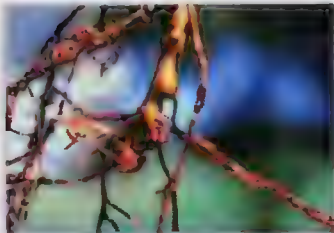
именно из-за позднего визуального проявления инфекционные болезни практически не лечатся. Начальная стадия инфицирования проходит незамеченной, так как поражаются скрытые части (корни, корневая шейка), и к моменту обнаружения признаков болезни гифы грибов или другая инфекционная микрофлора далеко распространяются по стелю и проводящим пучкам.

В отношении инфекционных заболеваний целесообразнее говорить о профилактических мерах, таких, как:

- обеззараживание (термическое или химическое) субстрата;
- обязательная чистота посуды: горшков, плошек, поддонов;
- дезинфекционная обработка оборудования и мест содержания растений: теплиц, парников, различных видов комнатных, балконных тепличек;
- как универсальную меру профилактики заболеваний, вызванных патогенными грибами, можно рекомендовать сухость и легкость субстрата.

Для заболевшего кактуса следует создать условия, вызывающие состояние стагнации: повысить температуру воздуха при параллельном снижении влажности. Место поражения следует освободить от субстрата. В ряде случаев корни полностью очищают от почвы. Вынув растение из горшка, его кладут подсушиваться поврежденной стороной вверх (в случае поражения стебля), удаляют больные и сухие корни.

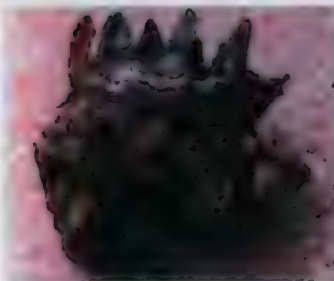
Для сеянцев можно рекомендовать лекарственные ванны с использованием фунгицидных препаратов.



*Галлы на кор-
нях какту-
са резуль-
тат жизне-
деятельности
галловой не-
матоды*



*Цисты как-
тусовой не-
матоды
(по L. Van de
Meutter)*



*Галлы на кор-
нях Ariocar-
pus scaphi-
rostris*

4. Паразитарные забо-
левания - болезни, вызы-
ваемые беспозвоночными
животными (нематоды,
черви, клещи, насскомые,
улитки, слизни).

Основные вредители

Нематоды традици-
онно подразделяются на
три группы, в которые
входят черви разных ви-

дов, разных полов или
разного возраста:

— ведут активную
форму жизни, постоянно
передвигаются и питают-
ся, травмируя эпителий
корней и корневой шейки.
Подобный образ жизни
ведут мужские и молодые
особи практически всех
нEMATOD:

— с наружным образо-
ванием цисты. Циста —
оплодотворенная самка, в
теле которой развиваются
яйца. Цисты имеют корич-
невый цвет и гроздьями
облепляют корни. Наибо-
лее известна кактусовая
нематода (*Heterodera cacti*).
Мелкие, около 1 мм, цис-
ты прикрепляются к кор-
ням или находятся в при-
корневой зоне. Молодые
особи травмируют нежные
корни, в результате чего
наблюдается остановка в
росте и отмирание значи-
тельной части корневой
системы. В качестве мето-
дов борьбы можно пореко-
мендовать полное удале-
ние субстрата и корневые
ванны с начальной темпе-
ратурой +70 °С. Также
можно проводить обработ-
ку корневой системы гете-
рофосом, из расчета рабо-
чей концентрации 7,5%
действующего вещества;
эндопаразиты
проникающие вовнутрь

растения оплодотворенные самки. Эти нематоды могут поселяться в корнях или подниматься по сосудам в стебель.

Кактусы, как правило, поражают не стеблевые, а корневые нематоды. Так как циста перекрывает сосуды стелы, со временем ткань корня разрастается, образуются узловатые расширения —

галлы. При вскрытии галла можно обнаружить круглую, около 1 мм в диаметре самку. Наиболее часто кактусы поражают различные галловые нематоды рода *Meloidogyne*.

До сих пор нет эффективных мер борьбы с нематодами в культуре кактусов. Применение различного рода корневых ванн не снижает вероятности повторного поражения растения, особенно в отношении галловых нематод. Как это ни печально, но к кактусам, пораженным нематодами, должны применяться самые строгие и подчас безжалостные меры вплоть до полной обрезки корней, укоренения или прививки пораженного экземпляра, проверки корневых систем у всех растений, стоящих в одном поддоне с пораженным кактусом. Зараженный

субстрат ликвидируют, запасы почвы пропаривают, обрабатывают нематоцидными препаратами или обновляют.

Нематоды — это «картофельные гости», поэтому соблюдение мер личной гигиены после работы с корне-клубнеплодами на садово-огородном участке, с новой землей и т.д. является непреложным правилом. Нематод в коллекцию можно занести и с вновь приобретенными растениями, по воздуху вместе с пылью они переносятся крайне редко, так как обитают в почве в зоне корневых волосков или внутри стебля.

Из насекомых-вредителей наибольший ущерб причиняют следующие.

Трипс оранжерейный (*Heliothrips haemorrhoidalis*) — темно-бурая мушка величиной 1,0—1,5 мм с «солнечными», светло-желтыми (это отмечено даже в родовом названии *helios* — «солнце») передними крыльями и лапками. Паразитирует в основном личинка белая или с желтоватым оттенком, 0,5—1,0 мм в длину. Собираются в апикальной зоне и, прокалывая клеточные

стенки, питаются соком кактусов. Как результат — отмирание участков кожицы, остановка роста, уродливость цветков.

В теплых и влажных оранжерейных условиях трипс размножается в течение всего года и дает не менее четырех поколений. Личинки из яиц появляются на 10–18-й день, а имаго (взрослое насекомое) выводится из личинки через 10–20 дней.

Поврежденные растения опускают на 5 минут в нагретую до 50 °С воду, полностью погружая их

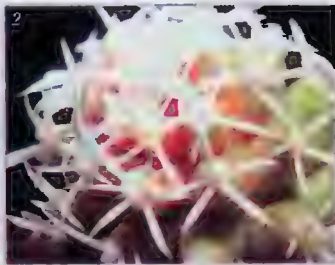
вместе с горшком; обрабатывают рогором, метилитрофосом, карбофосом, настоем или отваром табака, тысячелистника обыкновенного, чистотела, чемерицы.

Галлицы (*Cecidomyiidae*) относятся к подотряду длинноусых двукрылых. Взрослые особи не питаются, личинки проникают под эпидермис и питаются сочными тканями. На стеблях могут образовываться наросты-галлы, наплывы или небольшие черные пятна.

Сциары (*Sciaridae*) относятся к семейству дву-



Opuntia ficus-indica, пораженная паутиным клещом, и паутиный клещ при увеличении (2)



Следы поражения *Echinopsis hybr.* (1) плоским красным клещом, и *Navajoa peeblesiana*, пораженная в апикальной зоне (2)



Плоский красный клещ на стебле *Guttopsalycium moserianum* (1) и взрослые (красные) и молодые (полупрозрачные) особи клеща (2)

крылых. Наиболее известен ратный комарик (*Sciara militaris*), в коллекциях также паразитируют различные листовые и плодовые комарики. Личинки сциар, напоминающие небольших, около 5 мм длиной, полупрозрачных червячков с черной головкой, живут в почве в зоне корневой шейки.

Иногда они прогрызают эпидермис, нападают в основном на сеянцы и пораженные грибами взрослые растения.

Галлицы и спиары, похожие на мушек и комариков, являются самыми «надоедливыми» вредителями. Они заносятся с садово-огородными, оранжевыми растениями или с воздушными потоками. Во влажном климате мелкие летающие насекомые размножаются очень быстро — уже через 10–14 дней из яиц появляется множество молодых особей. Высокая мобильность позволяет отложить кладки яиц чуть ли не на всех растениях в сравнительно короткое время. Однако повышение температуры до 40 °С при параллельном снижении влажности субстрата значительно сокращает их численность.

Паутинный клещ (*Tetranychus urticae*). Типичный вредитель всех зеленых растений, очень легко заносится в коллекцию, особенно в сухую и жаркую погоду, когда этот клещ интенсивно размножается. Взрослые клещи 0,3–0,5 мм длиной, зеленовато-желтые, личинки в половину меньше и имеют только по три пары ног. В течение сезона клещ дает несколько поколений, особенно если температура приближается к 25 °С, а влажность возду-

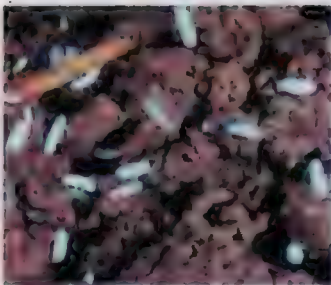
ха составляет 60–70%. При неблагоприятных условиях клещ прячется под опушением, растительными остатками или в верхнем слое почвы.

Клещ не будет причинять особого вреда в коллекции, если его вовремя заметить. В противном случае растения покрываются бурыми пятнами отмершей кожицы.

Кактусы опрыскивают кельтаном, акрексом, мостаном, тедионом, коллоидной серой, метилнитрофосом, тиоданом, актел-



Яйцевые
мешки
приморского
мучнистого
червеца



*Бродяжки
кактусового
мучнистого
червеца*

ликом, настоем тысячелистника, репчатого лука, чеснока, черной белены, обыкновенного дурмана. Как биологическое средство борьбы применяют хищного клеща фитосейюлюса, который активно уничтожает паутинного клеща, но погибает при отсутствии последнего.

Плоский красный клещ (*Brevipalpus*

obovatus). Как и предыдущий вид, высасывает клеточный сок, вызывая омертвление кожицы, а при запущенности болезни и гибель всего растения. Этот клещ имеет кирпично-красное угловато-яйцевидное тело длиной около 0,3 мм. Полифаг: облюбовавший оранжереи, где размножается в течение всего года и дает несколь-

ко поколений. Самая благоприятная температура для его размножения и развития 23 °С. Продолжительность жизненного цикла от яйца до личинки — 13 дней, от личинки до нимфы — 8 дней и от нимфы до взрослой половозрелой особи — 15 дней. Полный жизненный цикл составляет 36–40 дней в зависимости от температурных условий. Кактусы опрыскивают акрексом, кельтаном.

Кактусовая плоскотелка (*Brevipalpus russulus*) — клещ коричнево-красного цвета, паразитирует на корневой шейке, у основания стебля. Способы борьбы, как и с другими клещами.

Как показывает практика, самыми частыми «визитерами» в коллекциях являются красный и паутинный клещи, и, если коллекция не изолирована от окружающей среды, эти «гости» попадут в нее, перелетев с током воздуха с соседних листовых деревьев (в частности, с берез и тополей). Борьба с эти-

ми вредителями должна вестись немедленно по мере их обнаружения. В противном случае кактусы покроются отвратительными серо-коричневыми пятнами — зонами мертвых клеток эпидермиса. Особенно неприятны и опасны такие повреждения в апикальной зоне для сеянцев.

Приморский мучнистый червец (*Pseudococcus obscurus*). Один из самых обычных и опасных вредителей, паразитирует как на корнях, так и на

стебле кактуса. Самка длиной до 5,5 мм, шириной до 3,2 мм, по краю тела имеет 17 пар восковых нитей, задняя пара нитей — до 2,5 мм. Из белых

восковых выделений она формирует яйцевой мешок, куда откладывает за один раз 70–900 яиц, за год 3–5 раз. Молодые особи обладают большой под-

вижностью, за что получили название «бродажки».

Червецы, так же как и трипсы, прокалывают клеточные стенки и питаются соком. При массовом размножении они вызывают опадание плодов, гибель растения. К тому же места проколов являются открытыми воротами для плесневых грибов.

Червеца с кактусов убирают вручную, с последующей обработкой растений 1%-ным раствором настоя чеснока или опрыскивают кактусы актелликом, карбофосом, рогором, трихлорметафосом-3, фозалоном. Также используют хищных жуков криптолемуса, коккофагуса.

Кактусовый мучнистый червец (*Spilococcus cactearum*) паразитирует на стеблях и корнях кактусов. Взрослая самка до 3,5 мм длиной и 2,2 мм шириной, слегка покрыта светло-серым восковым порошком, восковые нити по бокам тела отсутствуют, задняя пара нитей толще и короче, чем у предыдущего вида. Самка живородящая, дает в год до 4 поколений. Этот паразит особенно любит маммиллярии и охунции. Цикл развития и меры борьбы



Виноградный мучнистый червец

те же: растения обрабатывают рогором, фозалоном и другими препаратами.

Щетинистый мучнистый червец (*Pseudococcus longispinus*) — широкий полифаг, в последнее время приспособился паразитировать на кактусах, имеющих плотный эпидермис. Меры борьбы те же. Тело взрослой самки удлиненно-овальное, почти плоское, зеленовато- или серовато-желтое, покрыто белым порошковидным воском, до 3,5 мм длиной и до 2 мм шириной, по краю тела расположены 17 пар длинных тонких восковидных нитей, 4 нити на конце тела имеют вид «хвоста», две из них часто намного длиннее тела червца — это характерный признак.

Цитрусовый (*Pseudococcus calceolariae*) и **виноградный** (*Planicoccus citri*) **мучнистые червецы** — широкие полифаги. Самки до 4–4,5 мм длиной и 2,8 мм шириной приспособи-

лись паразитировать и на кактусах, предпочитая густоопушенные экзотические, причем поселяются не на апикальной, а на нижней части растения. Как и у большинства мучнистых червцов, у самок этих насекомых вдоль края тела расположены 17 пар восковых нитей, у цитрусового червца задняя пара нитей длиннее остальных, у виноградного — нити более-менее одинаковой длины. Меры борьбы те же.

Кактусовый корневой червец (*Rhizococcus cacticans*) паразитирует в основном на корнях, хотя при сильном размножении может подниматься по стеблю вверх. В отличие от мучнистых самки этих червцов не имеют восковидных нитей. Способ питания тот же, что и у вышеописанных вредителей. Продолговатая овальная самка до 2,7 мм длиной и 1,1 мм шириной в серых или белых ватообразных коконах отклады-

вают белые овальные яйца. Этот вредитель ранее был монофагом, т. е. паразитировал только на кактусах, а в настоящее время приспособился к паразитированию на многих оранжевых растениях.

При пересадке корневую систему кактусов тщательно осматривают. С профилактической целью растения поливают 0,3%-ным раствором карбофоса или фозалона. Рогором (раствор действующего вещества 0,05%) поливают под корень, предварительно смочив весь земляной ком водой, а при сильном заражении еще и опрыскивают раствором с концентрацией действующего вещества 0,1%. Очень хорошо действуют ванны из лекарственных препаратов, а для борьбы с бродяжками в поддон с растениями заливают горячую, около +80 °С, воду.

Гвоздичный корневой червец (*Rhizococcus dianthi*) паразитирует только в почве у основания корней и на молодых корешках. В результате корневая система и субстрат сплошь покрыты белым ватообразным веществом. Самка широкоовальная, белая или белесая, до 2 мм длины и 1,3 мм ширины. Интересно, что этот вредитель выработал способность вынашивать яйца

внутри тела — из самки выходят уже активные личинки. Полифаг. Меры борьбы, как с предыдущим червецом.

Земляной червец (*Rhizococcus falcifer*). Широкий полифаг, тоже паразитирует на корнях кактусов, вызывает их угнетение и гибель. Но в отли-



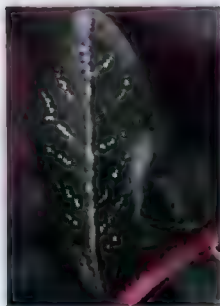
Кактусовая щитовка на стебле *Opuntia lindheimeri* (no U. Eggli)

чие от других представителей этого рода самка розовая, до 4,3 мм длиной и 2 мм шириной, покрыта пушистым восковидным налетом. Самка сооружает рыхлые белые мешки, куда откладывает яйца. При массовом заражении кажется, что субстрат перемешан с ватой. Полифаг. Меры борьбы те же.

Мексиканский корневой червец (*Rhizococcus texicanus*) обитает в Мексике и Техасе на суккулентных

и пасленовых растениях. Сравнительно недавно с растениями из природы был завезен в Европу. Самка продолговатая, 1,6 мм длиной и 0,87 мм шириной. Из-за мелких размеров и обильных восковидных выделений этого червца встает задача увеличения смачивающей способности пестицидных растворов — с этой целью можно использовать калийное мыло.

Кактусовый войлочник (*Eriococcus cactearum*) несколько похож на червца, но самка величиной до 2,5 мм, малинового цвета, откладывает яйца в серовато-белый войлочный мешок. Монофаг. Войлочника снимают вручную, обработав растение насто-



Личинки тропической щитовки на листе лавровишни

ем чеснока, чистотела, пи-ретрума. Кактусы и суб-страт обрабатывают актел-ликом, карбофосом, рого-ром, трихлор-метафосом-3, фозалоном.

Кактусовая щитовка (*Diaspis echinocacti*) — монофаг, часто образует плотные колонии и сильно вредит опунциям, эхино-кактусам, пертусам, мам-милляриям. Около 3 мм в диаметре, питается клеточ-ным соком и оставляет по-сле себя засохшие ткани. Паразитирует на стебле, имеет плоский серовато-белый щиток (личинки красновато-коричневые).

Щитовку снимают вручную с последующей обработкой актелликом, карбофосом, рогором, пре-паратом № 30, трихлорме-тафосом-3, фозалоном.

Тропическая щитовка (*Abgrallaspis cyanophylli*) паразитирует на стебле, но имеет овальный, желтый щиток. Полифаг, средства уничтожения те же.

Мексиканская коше-ниль, кошенилевая тля (*Dactylopius cacti*) — до-вольно известное и попу-лярное в прошлом веке пасекомое, относящееся к червецам, используемое для приготовления крас-ного пигмента — кармина. Сейчас разведением коше-

нили с целью получения красителя занимается лишь местное население. Кошенилевою тлю можно «получить» с импортными растениями. в настоящее время довольно активно ввозимыми различными цветоводческими фирма-ми. Остается удивляться, как подобные расгения проходят карантинный контроль.

Кошениль паразитиру-ет на различных опунциях, но при их отсутствии мо-жет поселяться и на дру-гих кактусах. В отличие от большинства паразитиру-ющих червецов, кошени-левая тля — стеблевой па-разит. Борьба с ней может вестись как с применением пестицидов, так и вруч-ную, путем сбора особей и яйцевых мешков.

Практически у всех червецов мужские особи мелкие и летающие. Мо-лодые особи проявляют чрезвычайную активность и расползаются на рассто-яние до 40 см в сутки. По наблюдениям одного из авторов книги домашние (фараоновые) муравьи мо-гут являться разносчика-ми яйцевых мешков, яиц и бродяжек червецов.

Подуры, колембулы — представители почвенной фауны, принадлежащие к различным семействам, но ведущие сходный образ жизни. Размер около 1 мм.

Питаются растительными остатками, но иногда по-вреждают молодые сосу-щие корни и нежный эпи-дермис сеянцев. В загу-щенных посевах могут стать первопричиной мно-гих инфекционных забо-леваний, т.к. открывают ворота инфекции. Плохо переносят сухость суб-страта. Поэтому легкая почвенная смесь и полив кактусов с периодично-стью раз в 7–10 дней при-ведут к значительному снижению количества этих животных. Традици-онно рекомендуется выма-нивание подур на поло-винки сырого картофеля.

Тли объединяют нес-колько видов мелких насе-





Сеянец Turbinicarpus lophophoroides, пораженный тлей (видны коричневые шарики экскрементов)

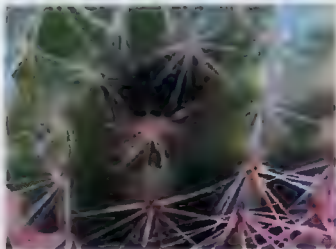
Хорошо себя зарекомендовали пиретроидные препараты и настой чеснока, лука, томатной ботвы.

Слизни и улитки могут доставить большие неприятности кактусоводам, содержащим свои растения в наземных тепличных сооружениях. Слизни способны пролезть под густыми колючками, для них не представляет труда протереть (язык слизней — своеобразная терка) плотный эпидермис ферокактусов, а пародии они объедают до центрального цилиндра стебля. Улитки травмируют менее колючие кактусы, оставляя выедины, куда может проникать патогенная микрофлора. Так как слизни и улитки наиболее часто травмируют верхнюю, наиболее нежную, часть стебля — растение даже при наличии движения

комых, травмирующих эпидермис и питающихся клеточным соком. Молодые особи имеют крылья, взрослые чаще бескрылы. Не могут причинить значительного вреда взрослым экземплярам, обладающим плотным эпидермисом и кутикулой, но наносят значительный урон сеянцам и изнеженным кактусам с тонким эпидермисом. Экскременты тлей в виде коричневых или черных шариков на колючках и эпидермисе должны служить сигналом кактусоводу для начала активных действий. В случае непроведения лечебных мероприятий растения покрываются пятнами омертвевшей ткани, но не сплошными, как при поражении клещами, а состоящими из множества мелких точек. Растения обрабатывают раствором рогора, фозалона или акарицидами (кельтан, цимбуш).



Opuntia ficus-indica с пораженным тлей эпидермисом (пожелтение члеников на заднем плане от недостатка калия)



Echinopsis hybr., пораженный слизнем

эпидермиса надолго теряет привлекательность. Существует несколько препаратов для борьбы с моллюсками, но все они оказывают тормозящее действие на растения. Поэтому следует проводить профилактические мероприятия — удалить из теплиц траву, посыпать пол теплицы песком, использовать поддоны с высокой стенкой, поднять поддоны как минимум на полметра над землей, постоянно осматривать растения — при обнаружении слизней и улиток удалить их вручную.

Профилактика заболеваний

За некоторым исключением, большинство паразитов в коллекцию заносит сам кактусовод. Это — и несоблюдение мер по антиинвазионной (и антиинфекционной) обработке почвы, используемой в качестве субстрата, и отсутствие ка-

рантинных мероприятий для вновь приобретенных растений, и несоблюдение правил личной гигиены после работы в саду, огороде, чистке овощей и т. д.

Однако практически ни одна коллекция не застрахована от «непрощенных гостей». При применении огромного разнообразия химических препаратов, народных средств, методов биологической защиты следует учитывать специфику габитуса кактуса, его декоративного состояния. Так, например, при частом опрыскивании обильно опушенных экземпляров происходит постепенное свойлачивание опушения, а при применении некоторых препаратов в виде масляных эмульсий опушение желтеет или темнеет, растение теряет привлекательность.

С другой стороны, цель подобных мероприятий обычно не бывает достигнута, так как большое количество вредителей скапливается именно под опушением в али-

кальной зоне (клещи, личинки многих насекомых). В данном случае растение следует либо окуривать (устраивать камеры с применением легкоиспаряющихся лекарственных препаратов махорки, садовых свечей), либо «купать с головой» в лечебных ваннах с последующим «причесыванием» опушения жесткой кисточкой после его высыхания (в данном случае следует использовать пестициды, не меняющие цвет опушения).

Процедура купания — довольно эффективная мера в борьбе с паразитами, позволяющая избавиться также и от почвенных форм вредителей. Однако в данном случае неприятность доставляют всплывающие легкие частички почвы. Во избежание этого корневую шейку следует засыпать слоем мелкого гравия, который предохранит кактус и от замокания, и от обызвествления корневой шейки, и от многих других неприятностей.

Не все виды кактусов в одинаковой степени «любимы» различными паразитами. Так, красный клещ «предпочитает» нежные эпифитные кактусы, ариокарпусы, эхинопсисы, лобивии, но редко поражает астрофитумы, «чилийцев», взрослые цереусы. Обнаружение и интенсив-

ное размножение клеща на последних говорит об их ослабленности, вызванной нарушением физиологических функций, либо другими заболеваниями или изнеженностью (так, клещ охотно нападает на привитые пиррокактусы, неочисления, и, конечно же, на сеянцы).

Нематоды «обожают» астрофитумы, обрегонии и другие кактусы с толстым или реповидным корнем. Но не следует путать галловые образования с клубневидными утолщениями корней и успокаивать себя. Так, в норме образующие клубеньковые утолщения корней эриocereусы довольно охотно поражаются нематодами. И если при вскрытии такого утолщения обнаруживается самка нематоды — кактусоводу предстоит бурная событиями жизнь.

Конечно же, нельзя с полной определенностью сказать, что какой-то вредитель паразитирует лишь на одних видах кактусов, а на других — нет. Приведенный далеко не полный список кактусов является скорее набором «сигнальных» растений для коллекционера. Если кактусовод обнаружил паразитов на «сигнальных» видах, то следует осмотреть все растения в поддоне или рядом стоящие на стеллаже. Вовремя обнаруженных паразитов легче локализовать и ликвидировать.

При больших поражениях растения отделяют от коллекции и обрабатывают. С этой целью можно использовать так называемые «народные средства»: настой лука, чеснока, картофельной или томатной ботвы, отвар махорки.

Кактусы без опушения можно обрызгать талой (около 0 °C) водой — это приводит к снижению численности клещей, тлей и личинок комариков. Использование садовых свечей позволяет бороться с летающими насекомыми. Правда, о стопроцентной эффективности подобных мероприятий говорить не приходится.

Профилактические мероприятия. Необходимые для предохранения растений от заболеваний, должны носить комплексный характер, как-то:

установка растений на небольшие по площади поддоны со сравнительно высокими бортами будет препятствовать распространению паразитов;

обязательная термическая обработка поч-

Червецы, несмотря на обширный круг кактусов, на которых они паразитируют, все-таки предпочитают астрофитумы, гимнокалициумы, лобивии, маммиллярии, нотокактусы, обрегонии. Если самки «корневых» видов этих насекомых при нормальных условиях окружающей среды выбрались на стебель, то на корнях они уже образовали достаточное количество яйцевых мешков и молодые особи успели перебраться на соседние растения.

венного субстрата и чистота посуды, используемой для посадки растений;

— обязательные карантинные мероприятия для вновь приобретенных растений;

— обязательная фунгицидная обработка семян при посеве;

— периодический осмотр стебля и корней кактуса — большое преимущество дает прозрачное съемное дно горшка;

— полив водой с pH 6,0–6,5, а белоопушенные кактусы — водой с pH 7,5–8,0 (за счет повышения содержания ионов кальция) — регулировать кальциево-магнийный баланс легче и целесообразнее путем полива, нежели внесением в субстрат малорастворимой извести, мела и т. п.;

— не следует переудобрять кактусы и добиваться чрезмерной интенсивности их роста — это ведет к ослаблению растений;

— субстрат для кактусов должен обладать легкостью и повышенной воздухопроводностью — заболачивание субстрата приведет к отмиранию корней из-за недостатка кислорода, который стимулирует всасывающую активность;

— профилактическая обработка пестицидами во время вегетации кактусов.

Если же болезнь наличу,

то: — при своевременном обнаружении поражения взрослого растения патогенными грибами поврежденное место тщательно

вычищают до здоровой ткани и присыпают бенлатом или ТМТД, повторную обработку проводят через 3–4 часа в зависимости от степени поражения;

— пораженные сеянцы скорее всего спасти не удастся (если стелла не поражена полностью — их можно привить) — поэтому их удаляют, при этом внимательно осматривают соседние сеянцы;

— при обнаружении корневых эктопаразитов целесообразнее обработать все растения из поддона, в котором стоял пораженный экземпляр;

— при недоступности пестицидов применяют народные средства или поливают растения водой при начальной температуре 50–55 °С (при поливе и попадании в почву температура воды снизится

на 10–15 °С) — это в некоторой мере снизит численность паразитов;

— не оставляйте без внимания таких вредителей, как: тли, трипсы, сциара, дрозофилла (питаются отмершими тканями, личинки открывают дорогу патогенным грибам).

Если ранее считалось, что кактусы нельзя поворачивать по отношению к солнцу — то сейчас это даже приветствуется. И действительно, хотя в природе большинство содержащихся в коллекциях видов прячутся в скользящей тени от более высоких растений, но эта тень не является такой же преградой для солнечных лучей, как стены домов. Однако при поворачивании кактусов следует помнить о незащищенности той части стебля, которая была недоступна солнечным лучам.

Библиография

- Абрамова Е. Кактусы// Наука и жизнь. 1966, № 4.
- Батов С. *Aztekium hintonii* и *Geohintonia mexicana*// Кактус-Клуб. 1998, № 1.
- Батов С. Ариокарпусы. Библиотека журнала «Кактус-Клуб», 1998.
- Батов С. О болезнях кактусов// Цветоводство. 1998, № 5.
- Батов С. Кактусы из рода *Lophophora Coult*// Библиотека журнала «Кактус-Клуб», 1999.
- Батов С. Культура кактусов. М., 2001.
- Батов С. Прививка кактусов: зачем и как// Цветоводство. 1996, № 1
- Батов С. Редчайший случай многосемянности// Кактус-Клуб. 1999, № 3.
- Батов С. Стимуляция всхожести семян// Кактус-Клуб. 2000, № 1—2, 4
- Батов С. Физиологические аспекты прививки кактусов// Библиотека журнала «Кактус-Клуб», 1999.
- Батов С. Что такое биогаумус// Цветоводство. 1996, № 5.
- Бекетт К. Растения под стеклом. М., 1988.
- Беликов П. Рост растений. М., 1983.
- Беликов П., Дмитриева Н. Минеральное питание растений. М., 1984.
- Белоусова О. Интродукция видов рода *Opuntia* Mill. в Никитском ботаническом саду (Крым, Украина)// Суккуленты. 1998, № 1.
- Борисеико Т. Кактусы. Кисв. 1986.
- Верзилин Н. Путешествие с домашними растениями. Л., 1954.
- Вермелен Н. Кактусы. М., 1998.
- Волгин С. Васкулярная анатомия цветка *Turbinicarpus lophophoroides* в связи с морфологией цветка высших кактусовых// Вестник Московского университета, серия «Биология». 1978, № 4.
- Волгин С. Морфологическая интерпретация цветка кактусовых// Биологические науки. 1981, № 11; 1982, № 5.
- Вольский Г. Кактусы цветут круглый год// Юный натуралист. 1980, № 1.
- Вольский Г. Подземный мир кактусов// Юный натуралист. 1979, № 3.
- Гапон В. Как добиться обильного цветения кактусов// Кактус-Клуб. 1997, № 4—5.
- Гапон В. Новые средства защиты растений// Кактус-Клуб. 1997, № 1.
- Гапон В. Японские культуры *Astrophytum asterias*// Кактус-Клуб. 1998, № 4.
- Гапон В., Щелсунова Н. 175 популярных заблуждений о кактусах. М., 2001.
- Герасимов С., Журавлев Н., Серяпин А. Редкие комнатные растения. М., 1997.
- Гесдерфер М. Комнатное садоводство. Репринт. М., 1994.
- Гратиас Я., Шубик Р., Крговска С. Кактусы и другие суккуленты. М., 1997.
- Давыдов П., Иванов Ю. Кактусы. М., Калининград, 1997.
- Домненкова Л. Комнатные растения. Минск, 1997.
- Дьяконов В., Курнаков Н. Кактусы и их культура в комнатных условиях. Л., 1953.
- Залетаева И. Азбука кактусовода// Наука и жизнь. 1970 № 1, 5, 9; 1971. № 2.
- Залетаева И. Книга о кактусах. М., 1972.
- Зубачек В. Микропрививка кактусов// Кактусы.

№ 12, репринт (библиотека журнала «Кактус-Клуб»), 1998.

Кауричев И. Почвоведение. М., 1989.

Кефели В. Рассказы о фитогормонах. М., 1985.

Кефели В. Физиологические основы конструирования габитуса растений. М., 1994.

Клевенская Т. Суккуленты. М., 2001.

Козаржевская Э. Вредители декоративных растений. М., 1992.

Крастиня Г. О несовместимости тканей при прививке кактусов//Ботанические сады Прибалтики. № 7, 1988.

Крастиня Г. Размножение кактусов ареолами. Ботанические сады Прибалтики: Тепличные растения, 1982.

Лебедев С. Физиология растений. М., 1982.

Левданская П. Кактусы и другие суккуленты в комнатах. Минск, 1972.

Лобко В. Ваши зеленые ежики. Минск, 1984.

Лукс Ю., Выюгина Н. Пробродение подвоем тканей привоя у привитого кактуса//Ботанический журнал. Т. 46, 7, 1961.

Лэм Э., Лэм Б. Кактусы. М., 1984.

Мачадо М. Прививка «коря» *Ariocarpus*

kotschoubeyanus//Кактус-Клуб. 1999, № 6.

Никоиов Н. Созвездие кактусов. Свердловск, 1978.

Панкин В. К вопросу о применении кариологических данных в систематике *Cactaceae*//Суккуленты. 1998, № 1

Приходько С. Кактусы. Киев, 1974.

Реймерс Ф. Растения во младенчестве. Новосибирск, 1983.

Рогаткин Д. Фрайлей знакомые незнакомцы//Кактус-Клуб. № 3, 2000.

Синадский Ю. и др. Вредители и болезни цветочно-декоративных растений. М., 1987.

Старобинцева Т. Влияние света на рост и развитие некоторых видов кактусов (*Pereskia aculeata*, *Rebutia minuscula*). Автореферат диссертации на соискание степени к.б.н., Л., 1975.

Ткачук М. Кактусы. Киев, 1972.

Турдиев С., Седых Р., Эрихман В. Кактусы. Алма-Ата. 1980.

Удалова Р. Морфологический анализ некоторых подушковидных кактусов//Ботанический журнал. Т. 63, 2, 1978.

Удалова Р., Выюгина Н. В мире кактусов. М., 1983.

Урбан А. Колючее чудо. Братислава, 1983.

Xare B. Кактусы. М., 1992.

Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. М., 1984.

Широбокова Д., Королева М., Голодник О. Кактусы. Киев, 1982.

Шубик Р., Каплицкая И. Кактусы. Прага, 1969.

Щелкунова Н., Гапон В. Эти неженки дискокактусы//Цветоводство. № 3, 1998.

Abbey E. Cactus Country. Alexandria, Virginia, 1977.

Anderson E. Peyote, the divine cactus. Tucson, 1979.

Anderson E. The «Peyote Gardens» of South Texas: a Conservation Crisis? Cactus & Succulent Journal (U.S.), Vol. 67, 1995.

Anderson E., Montes A., Taylor N. Threatened Cacti of Mexico. Royal Botanic Gardens. 1994.

Backeberg C. Das Kakteenlexikon. Jena, 1976.

Backeberg C. Die Cactaceae. In 6 B. Jena. 1958 — 1962.

Backeberg C. Wunderwelt der Kakteen. Jena, 1961.

Barthlott W. Cacti: botanical aspects, descriptions, and cultivation. London, 1979.

Barthlott W., Voigt G. Micromorphologie der Samenschalen und Taxonomie der Cactaceae: ein raster-electronenmikroskopischer Überblick. Plant

Systematic and Evolution. 132, 1979.

Batov S. Gli Ariocarpus: i Cactus «Roccia Viva». Piante Grasse, Vol. 18, 1 2, 1998.

Benson L. Flora of Texas — Cactaceae. Texas, 1969.

Benson L. The Cacti of Arizona. Tucson, 1977.

Benson L. The cacti of the United States and Canada. Stanford, 1982.

Boke N. Developmental morphology and anatomy in Cactaceae. Bioscience, 30, 1980.

Brandt L. Cactus and Succulents. House plants & Landscaping Ideas in Colour. Menlo Park, 1978.

Bravo-Hollis H., Sanchez-Mejorada H. Las Cactaceas de Mexico. Universidad Nacional Autonomia de Mexico, vol. 1—3, 1978—1991.

Brehme S. Ratschläge fo den Kakteen-freund. Leipzig, 1987.

Britton N., Rose J. The Cactaceae. In 4 vol. Washington, 1919—1923.

Buining A. Die Gattung Discocactus Pfeiffer. Venlo, 1976.

Buxbaum F. Grundlagen und Methoden einer Ernen-rung der Systematic der hohen Pflanzen. (In «Morphologische Monographie»). Wien, 1951.

Buxbaum F. Kakteenpflege — biologisch richtig. Stuttgart, 1959.

Buxbaum F. Morphologie

der Kakteen. Berlin, 1956-60, reprint 1980.

Craig R. The Mammillaria Handbook. New York, 1977.

Eggli U. Bibliography of Succulent Plant Periodicals. Sternberk, 1998 (1995).

Eggli U., Taylor N. IOS Index of names of Cactaceae published 1950 — 1990 from Repertorium Plantarum Succulentarum. Royal Botanic Gardens, 1991.

Fischer R. Kakteen in Hydroponik. Leipzig, 1984.

Fleischer Z., Schütz B. Kakteenpflege. Stuttgart, 1982.

Fleischer Z., Schütz B. Kaktusy. Warszawa, 1978.

Fleischer Z., Schütz B. Pestovani kaktusu. Prag, 1978.

Fric A. Rebotioideae. Praha, 1936.

Friedrich H. Mein kleines Kakteen-Buch. Innsbruck, 1966.

Gibson A., Nobel P. The Cactus Primer. London, 1986.

Glass Ch., Foster R. Ariocarpus (living rock Cactus). Cactus & Succulent Journal (U.S.), Vol. 46, 1974.

Gottlieb A. Peyotle and others psychoactive cacti. Berkeley, 1977.

Gröner G., Götz E. Schöne Kakteen. Stuttgart, 1990.

Grym R. Rod Lophophora. Bratislava, 1997.

Haage W. Das praktische Kakteenbuch. Leipzig, 1986.

Haage W. Freude mit Kakteen. Berlin, 1958.

Haage W. Kakteen von A bis Z. Leipzig, 1986.

Haage W. Schöne Kakteen richtig pflegen. Leipzig, 1984.

Haage W., Sadovsky O. Kakteen-Sterne. Radebeul, 1957.

Hewitt T. Species Catalogue for the Cactaceae. Ashington, Sussex, 1977.

Hiroshi H. Color Encyclopedia of Cacti. Japan, 1979.

Hochstätter F., Hentzschel G. An den Standorten von Pedio- und Sclerocactus. Mannheim, 1989.

Hoffmann W., Haage U. Kakteen zum Anbeißen. Ein kleines Kochbuch für Kakteenfreunde und Liebhaber der exotischen Küche. Erfurt, 1998.

Hunt D. Cactaceae. (In «The Genera of Flowering Plants»). Oxford, 1967.

Hunt D. Cites Cactaceae Checklist. Royal Botanic Gardens, Kew, 1992.

Hunt D. Stabilization of Names in Succulent Plants. Regnum Vegetabile, 123, 1991.

Innes C., Glass Ch. The illustrated Encyclopedia of Cacti. New York, 1997.

Jacobsen H. Kakteen und andere Sukkulente. Aachen, 1952.

Jelinek J.A. O kaktusech. Praha, 1980.

Knize K. Cactaceae: Index of Field Numbers of Collected Specimens in Central – South America 1967–1977. Lima, 1977.

Krainz G. Ariocarpus. Die Kakteen, 1975.

Krainz H. Die Kakteen. Stuttgart, 1956–1975.

Kramer J. Cacti and Other Succulents. New York, 1977.

Marshall W., Bock T. Cactaceae. Pasadena, 1941.

Megata M. An Account of the Genus *Astrophytum*. Lemaire. Kyoto, 1944.

Mottram R. Mammillaria Index. Thirsk, 1980.

Mészáros Z. The *Melocactus* species of Cuba. Budapest, 1976.

Nemes L., Szabó D. Kaktuszok. Budapest, 1981.

Nobel P. Surface temperature of cacti – influence of environmental and morphological factors. Ecology, 59, 1978.

Peters J. Tagesperiodische Öffnungs- und Schließbewegungen der Blüten von Kakteen. Erwerbsgärtener, 34, 1972.

Pilbeam J. *Sulcorebutia* and *Weingartia* – a Collector's Guide. Portland, 1985.

Preston-Mafham R. & K.

Cacti – the illustrated dictionary. Portland, 1991.

Putnam E., Schütz B. Synonymie rodu *Gymnocalycium*. Brno, 1974.

Rauh W. Beitrag zur Kenntnis der peruanischen Kakteenvegetation. Heidelberg, 1958.

Rauh W. Die 100 schönsten Kakteen. München, 1980.

Rauh W. Kakteen an ihren Standorten. Hamburg, 1989.

Rauh W. Schöne Kakteen und andere Sukkulente. Hiedelberg, 1967.

Reppenhagen W. Die Gattung *Mammillaria*. 2 Bande, Titisee-Neustadt, 1991–1992

Riha J., Subik R. Bunte Welt der Kakteen und anderer Sukkulente. Prag, 1981.

Riha J., Subik R. Kaktusy v přírodě. Praha, 1989.

Ritter F. Die von Curt Backeberg in «Descriptiones Cactacearum novarum» veröffentlichten Diagnosen «neuer» peruanischer Kakteen nebst grundsätzlichen Erörterungen über taxonomische und nomenklatorische Fragen. Hamburg, 1958.

Ritter F. Kakteen in Südamerika. Band 1–4. Spangenberg, 1979–1981.

Rowley G. Kosmos-Enzyklopädie der Sukkulente und Kakteen. Die kultivierten Arten, ihre

Pflege und Vermehrung. Stuttgart, 1979.

Sanderson K., Ho Y.-S., Martin W., Reed R. Effect of photoperiod and growth regulator on growth of three Cactaceae. Hort Science, 21, (6), 1986.

Schill R., Barthlott W., Ehler N. Mikromorphologie der Kakteen-Dornen. Trop. und Subtrop. Pflanzenwelt, 6, 1973.

Schmidt P. Hybridization of *Lophophora williamsii*. Cactus & Succulent Journal (U.S.), Vol. 6, 1969.

Schütz B. Monografie rodu *Gymnocalycium*. Brno, 1986.

Seneta W. Kaktusy i inne sukulenty. Warszawa, 1969.

Slaba R. Kakteen. Hanau, 1992.

Stuchlik S. Rod *Notocactus*. Brunn, 1993.

Stuppy W., Nagl W. Regeneration and propagation of *Ariocarpus retusus* Scheidw. (Cactaceae) via somatic embryogenesis. Bradleya, 10, 1992.

Taylor N. The Genus *Echinocereus*. Portland, 1985.

Weskamp W. Die Gattung *Parodia*. Kiel, 1987.

Zachar M., Stanik R., Lux A. and others. Rod *Turbinicarpus*. Bratislava, 1996.

Zimmer K. Untersuchungen zum Blühen von *Nopalxochia*. Deutscher Gartenbau, 27, 1985.

Список объединений кактусоводов

г. Асбест. Клуб «Нотокактус».

Председатель Марченков Юрий Алексеевич, 624161, Свердловская обл., г. Асбест, ул. Калинина, д. 41, кв. 98.

г. Бишкек, Кыргызстан.

Клуб любителей кактусов и др. суккулентов «Цереус».

Председатель Науменко Александр Николаевич, Адрес для переписки: 720055, Кыргызстан,

г. Бишкек, ул. Панфилова д. 8, кв. 17, Громова Елена Геннадьевна

г. Владивосток. Клуб «Кактус».

Председатель клуба Журов Юрий Иванович, e-mail: zhurov@stl.ru, 690062, г. Владивосток, ул. Камская, д. 5, кв. 315.

г. Вологда. Клуб «Колючее чудо».

Председатель клуба Григорьев Руслан Сергеевич, 160004, г. Вологда, ул. Ленинградская, д. 44, кв. 14.

г. Гомель, Беларусь. Клуб любителей кактусов «Лофофора».

Председатель клуба Шитиков Владимир, 246029,

Беларусь, г. Гомель, ул. Жукова, д. 26-2, кв. 44.

г. Донецк, Украина. Клуб любителей кактусов «Ислайя».

Председатель клуба Сергиенко Виктория Петровна, Контактный адрес для корреспонденции: 340089, Украина, г. Донецк, ул. Овсянникова, д. 8, кв. 1. Шановалов Юрий Валерьевич.

г. Екатеринбург. Клуб «Цереус».

Председатель клуба Шампуров Николай Михайлович, 620066, г. Екатеринбург, ул. Боровая, д. 25, кв. 26.

г. Ижевск. Клуб любителей кактусов.

Председатель: Аксёнов Евгений Николаевич, 426033, Ижевск, ул. Кирова, д. 5, кв. 23, e-mail: acsenov@udm.ru

г. Казань. Клуб любителей кактусов «Цереус».

Председатель Баринов Вадим Константинович, зам. председателя Верхандеев Игорь Юрьевич, 420136, Татарстан, г. Казань, ул. Амирхана, д. 91, кв. 112.

г. Краснодар. Клуб любителей кактусов.

Председатель клуба Калмыков Сергей Николаевич, 350020, г. Краснодар, пер. Афинский, д. 19.

г. Красноярск. Клуб любителей кактусов «Ацтекиум».

Председатель клуба Шеломицкая Людмила Александровна, 660113, г. Красноярск, ул. Карбышева, д. 22, кв. 70.

г. Москва. Московский Клуб Любителей Кактусов (МКЛК), e-mail: vzlotin@caravan.ru, Президент клуба Злотин Валерий Адольфович.

Адрес для корреспонденции: 123376 г. Москва, ул. М. Грузинская, д. 15, ГБМ им. К.А. Тимирязева, для МКЛК.

г. Новокузнецк. Кактусный клуб.

Председатель клуба Бераина-Плеханова Светлана Афанасьевна, 654021, г. Новокузнецк, Кемеровской обл., проезд Батюшкова, д. 4А, кв. 48.

г. Новочеркасск. Клуб любителей кактусов и

других суккулентов

«Кактус и К».

Адрес клуба: г. Новочеркасск, ул. Буденного, д. 94, Выставочный зал.

Адрес для переписки:

346410 Ростовская обл., г. Новочеркасск, пр-т Платьевский, д. 82, кв. 18, Байдук Андрей Петрович.

г. Одесса, Украина. Клуб любителей кактусов «Ацтекиум»,

Председатель клуба Балащенко Анатолий Демидович, Украина, Одесса, 65031, ул. Рачкова, д. 5, e-mail: Nata.Ellis@liberty.od.ua.

г. Одесса, Украина. Фонд любителей кактусов «Астериас».

Председатель фонда Толкачев Олег Александрович, 270039, Украина, г. Одесса, ул. Транспортная, д. 7Б, кв. 42.

г. Омск. Клуб «Ферокактус» и детско-юношеский клуб любителей кактусов «Ацтекиум».

Президент ОКО Анатолий Иваинович Михаль-

цов, e-mail: anaton@omskcity.com, 644046 г. Омск, ул. Учебная, 190 ГДЭБЦ, тел. (3812) 31-12-33.

г. Пермь. Клуб «Кактус». Председатель клуба Добролюбов Олег Петрович, 614097 г. Пермь, пр. Парковый, д. 36, кв. 67.

г. Ростов-на-Дону. Клуб любителей кактусов «Астериас», e-mail: vas@ipoc.rsu.ru,

Председатель ОО РГКЛК Васильченко Игорь Станиславович, 344029, Ростов-на-Дону, пер. Столярный, д. 2.

г. Самара. Куйбышевский Клуб Кактусоводов «Корифанта».

Председатель клуба Любимов Александр Владимирович, 443086, г. Самара, Часовая, д. 5, кв. 5.

г. Санкт-Петербург. Клуб кактусистов.

Председатель клуба Вольский Георгий Георгиевич. Адрес клуба: 199026, Санкт-Петербург, Большой пр-т ВО, д. 83, Дворец культуры им. С.М. Кирова.
г. Смоленск. Клуб любителей кактусов «Любимия».

Председатель клуба Коленкова Наталья Александровна, 214004, г. Смоленск, ул. Кирова, д. 27Б, кв. 65.

г. Тверь. Клуб любителей кактусов «Колочее чудо». Член Совета: Ефимова Ольга Михайловна, 170039, г. Тверь, ул. П. Савельевой, д. 52, кв. 149.

г. Тюмень. Клуб любителей кактусов «Ареола». Контактный адрес: Лёнев Юрий Георгиевич, 625002, г. Тюмень, ул. Северная, д. 35, кв. 69.

г. Улан-Удэ. Клуб кактусоводов «Суккулент». Председатель клуба Соснин Сергей Адьевич, 670009, г. Улан-Удэ, ул. Чайковского, д. 87.

г. Уфа. Клуб кактусоводов «Польшат».

Председатель клуба Манопов Эмиль Михайлович, 450039, г. Уфа, а/я 83.

г. Челябинск. Клуб «Астериас».

Контактный адрес: Целовальникова Алиса Александровна, 454091, г. Челябинск-91, а/я 16179, тел. (3512) 36-27-89.

Содержание

Предисловие	3
Глава 1. Вегетативные органы кактусов, их функции, строение и разнообразие	4
Корень	6
Стебель	10
Колючки и опушение	21
Глава 2. Общие закономерности и факторы роста кактусов	34
Температура	39
Свет	44
Глава 3. Питание кактусов	54
Почвенная культура	59
Беспочвенная культура	64
Воздушный и водный режим субстрата	68
Использование ростовых веществ	78
Глава 4. Вегетативное размножение кактусов	89
Черенкование	90
Прививка	100
Микроразмножение	118
Глава 5. Цветение и генеративные органы кактусов	121
Условия цветения	121
Строение цветка	126
Опыление и оплодотворение	135
Плоды и семена	140
Посев и прорастание семян	145
Глава 6. Вредители и болезни кактусов	164
Пестициды	164
Основные болезни	167
Основные вредители	173
Библиография	185
Список объединений кактусоводов	189



*Книга
предназначена всем,
кто решил выращивать
и коллекционировать кактусы
у себя дома. В ней содержится
обширный, богато иллюстрированный
материал по морфологии
и физиологии кактусов, а также
изложены основные
принципы и способы
их выращивания
и размножения*

ISBN 5-17-009499-X



9 785170 094998